

# Capítulo 4

## Sistema de Informações para Planejamento Florestal no Cerrado Brasileiro - “SiFlor Cerrado”

*Luciana Duque Silva<sup>1</sup>*

*Antonio Rioyei Higa<sup>2</sup>*

*Daniel de Castro Victoria<sup>3</sup>*

*João Luís Ferreira Batista<sup>4</sup>*

*Hellen Patricia Pecchi Leite<sup>5</sup>*

*Fabiana Gonçalves Bastos<sup>5</sup>*

*Luís Valentino Freire<sup>5</sup>*

As regiões compreendidas pelo Bioma Cerrado, vem atraindo o interesse do setor florestal, devido à disponibilidade de terras, a um custo acessível e de fácil mecanização. Isso resulta na expansão das áreas com florestas plantadas nessa região, seja em monocultivo ou Integração Lavoura Pecuária e Floresta - iLPF. Com o propósito de reduzir riscos dos investimentos florestais nessas regiões, vem sendo realizado o Projeto SiFlor Cerrado.

O Projeto SiFlor Cerrado (Sistema de Informações para Planejamento Florestal no Cerrado Brasileiro), tem como objetivo recomendar espécies/clones para implantação de cultivos florestais em monocultivo e iLPF no Bioma Cerrado. O projeto é coordenado pela ESALQ/USP, UFPR e Embrapa Informática Agropecuária e conta com o apoio do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, por meio do Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono).

O Plano ABC vem sendo desenvolvido no Bioma Cerrado, está distribuído em uma área de 204 milhões de hectares o que corresponde 24% de todo o território brasileiro (SNIF, 2016). É uma região de grande biodiversidade e também o habitat de muitas espécies endêmicas. De acordo com o ICMBio (2019), O Bioma Cerrado apresenta um alto grau de endemismo, sendo mais de 40% das espécies de plantas lenhosas e 50% das abelhas endêmicas.

No bioma localizam-se as cabeceiras das principais bacias hidrográficas brasileiras, como a do Paraná/Paraguai, São Francisco, Araguaia/Tocantins e Amazonas. (SNIF, 2016). Em relação ao uso de solo do Bioma Cerrado, aproximadamente 30% corresponde à áreas de pastagem, 8% são ocupados por culturas anuais, 3% por culturas perenes e menos de 2% são áreas usadas para silvicultura (BRASIL, 2015), como observado na Figura 1.

---

[1] Professora da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[2] Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

[3] Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

[4] Professor da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[5] Engº Florestal pela Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

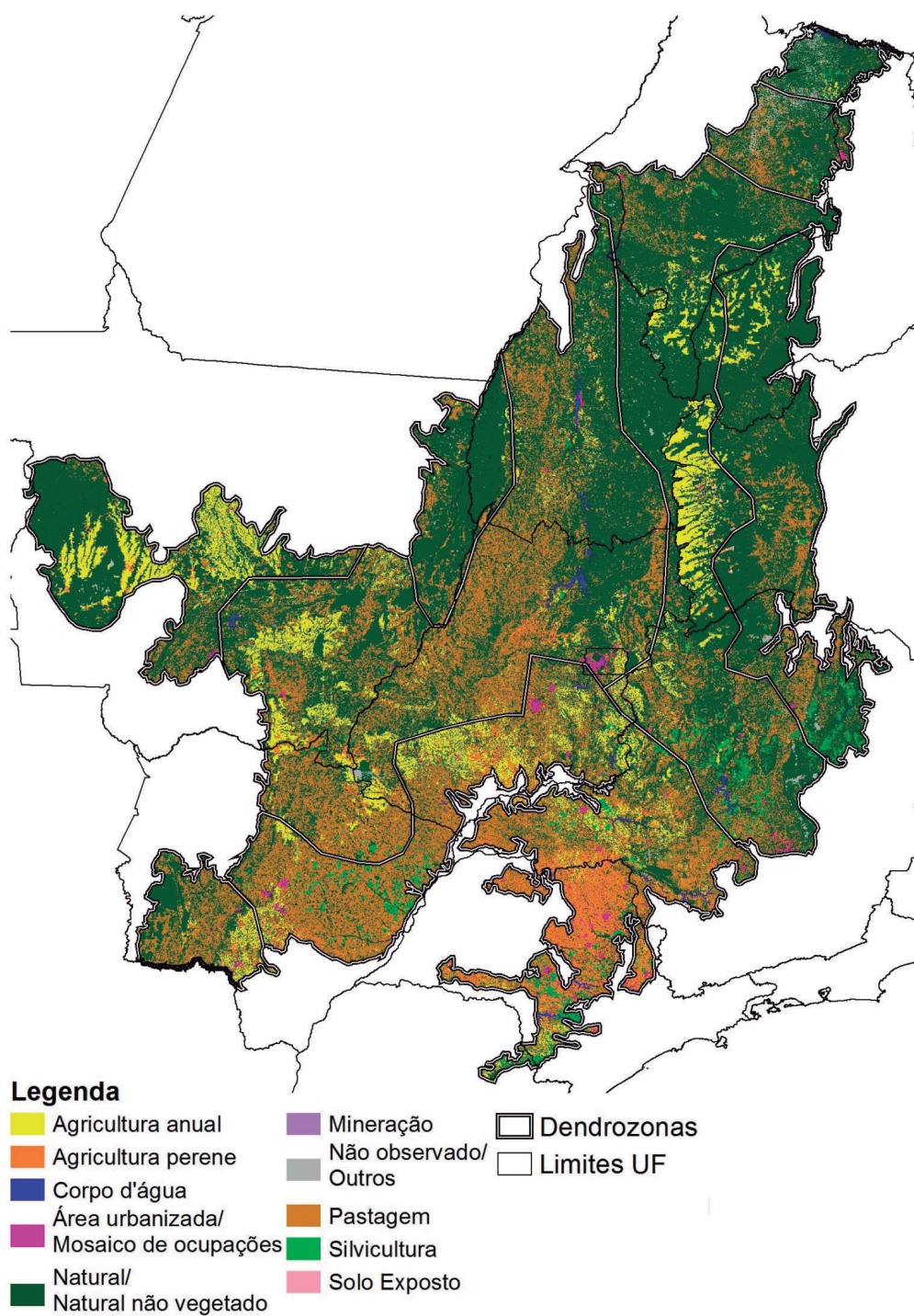


Figura 1 | Mapa de uso e cobertura da terra do Cerrado.  
Fonte: BRASIL (2015)



Dentre as áreas destinadas à pastagem, estima-se que 60% a 70% apresentem algum grau de degradação (EMBRAPA, 2016), tornando-as desfavoráveis para a atividade pecuária. Isso sugere a necessidade de recuperação dessas áreas, como também incentiva à produção em iLPF, a fim de reduzir a pressão pela abertura de novas fronteiras sobre as regiões com vegetação natural.

O Bioma Cerrado apresenta grande potencial para a implantação de florestas em monocultivo e iLPF, considerado dessa forma, estratégico para ampliação da área florestal pelo Plano ABC. Porém, apresenta grandes desafios, como:

- concentração das chuvas no verão, com forte estiagem no inverno e ocorrência de veranicos;
- baixa fertilidade natural,
- toxidez de alumínio para culturas mais sensíveis.

Apesar do desafio de implantar florestas em locais com alguns fatores de restrições, o Brasil possui grande experiência nesse setor e conta atualmente com uma área de 9,85 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo 75,2% de eucalipto e 20,6% de pinus, as demais espécies representam 4,2% do total de áreas plantadas no território (IBGE, 2017). Os Estados com as maiores áreas de florestas em mono-

cultivo são respectivamente Minas Gerais (19,85% desse total), seguido por Paraná (16,14%), Mato Grosso do Sul (11,4%) e São Paulo (11%) (IBGE, 2017). Dentre esses Estados, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo apresentam consideráveis áreas plantadas em monocultivo no Bioma Cerrado.

Em relação às florestas em iLPF estima-se que o Brasil possui 11,5 milhões de hectares de área plantada no sistema de iLPF em 2015, desse total, 17% corresponde à área com componente florestal e os Estados com as maiores áreas em iLPF estão o Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e São Paulo (EMBRAPA, 2019).

Em vista dos dados citados, nota-se que o país possui amplas áreas de cultivos em monocultivo e iLPF, entretanto segue o desafio de expansão dos cultivos das culturas florestais no cerrado. E, portanto, a seleção, o desenvolvimento e a adaptação de materiais genéticos para as diversas regiões geográficas, edáficas e climáticas do Bioma Cerrado são fundamentais para expansão de cultivos florestais em monocultivo e iLPF.

## 4.1. Metodologia

O fluxograma do projeto desde a definição das estratégias de ação (Figura 2).

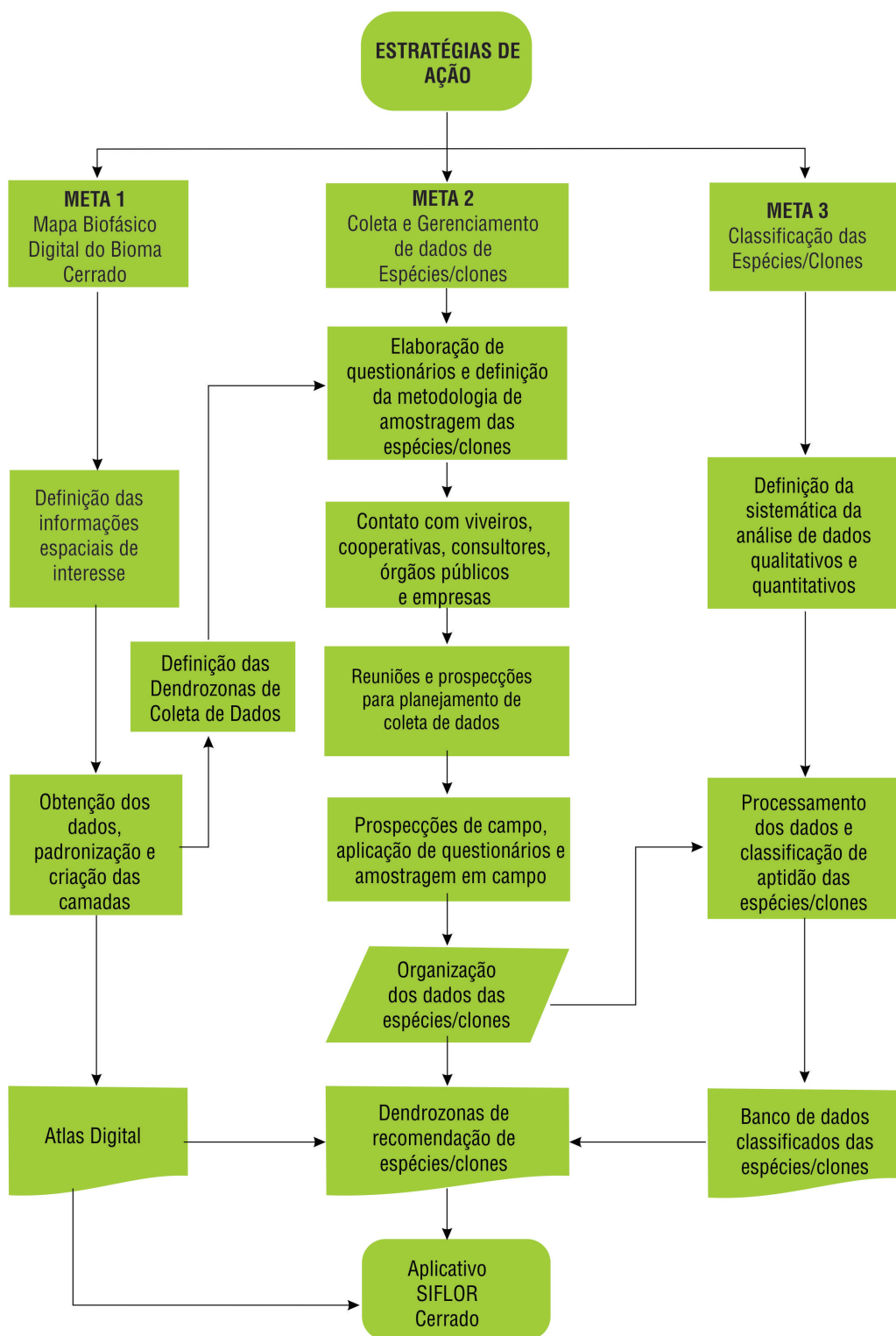


Figura 2 | Fluxograma com as fases do projeto SiFlor Cerrado.

### 4.1.1. Definição das espécies

A primeira fase para o estabelecimento de uma plantação florestal é a escolha do material genético a ser plantado (espécies/clones). Trata-se de uma decisão de extrema importância, já que árvores utilizadas para a implantação de sistemas silviculturais, tanto na forma de monocultivo ou iLPF, possuem ciclos longos que podem levar anos ou décadas para atingirem a maturidade e fornecerem o produto desejado. Uma escolha inadequada durante a fase inicial poderá trazer prejuízos durante todo o ciclo de cultivo, interferindo assim no uso final pretendido.

Existem então, quatro fatores que precisam ser observados na escolha das espécies. De acordo com Higa et al. (2000), primeiramente deve-se escolher a espécie em relação à finalidade do uso do produto, ou seja, qual o destino terão os produtos desta espécie seja para carvão, celulose, serraria, mourões, chapas, biomassa em geral, ou produtos não madeireiros; em segundo lugar deve-se observar os fatores de adaptação da espécie quanto ao clima, solo, ocorrência de pragas e doenças no local de cultivo; em terceiro está o conhecimento silvicultural que refere-se às técnicas para o cultivo e as operações de manutenção que a espécie vai exigir, por exemplo: plantio, preparo de solo, controle de formiga, controle de daninhas, poda e desbaste; e por fim, a rentabilidade da espécie, o quanto é sua produtividade e valor de seu produto no mercado.

Para o produtor iniciar seu cultivo, ele necessita de sementes e/ou mudas florestais e para isso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabeleceu regulamentações para garantir a identidade, qualidade da produção e comercialização

de mudas e sementes. Dentro desse processo de regulamentação, foi criado o Registro Nacional de Cultivares (RNC), que tem como princípio habilitar as cultivares e espécies para produção no País. Atualmente, o RNC é regido pela Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), e regulamentado pelo Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004 (BRASIL, 2004).

Caso a cultivar possua proteção, ela também terá um número de registro referente a proteção de cultivar (CP). O processo de proteção de uma Cultivar foi sancionado pela Lei nº 9.456, em abril de 1997. A Lei faz referência aos direitos da propriedade intelectual da cultivar, a proteção garante ao titular o direito de comercialização e reprodução durante o período de proteção, atualmente 18 anos no Brasil, vedando dessa forma que terceiros possam comercializar ou propagar esse material sem a autorização formal do obtentor (BRASIL, 1997).

Para a escolha das espécies/clones parte do escopo do projeto, foram considerados dois dos quatro fatores descritos anteriormente, à adaptação em relação às características do Bioma Cerrado e ao conhecimento silvicultural de florestas em monocultivo e iLPF. Os seguintes gêneros/espécies foram selecionados:

- Eucaliptos (Gênero *Eucalyptus* e espécie *Corymbia citriodora*);
- Gênero *Pinus*;
- Cedro australiano (*Toona ciliata*);
- Mogno africano (*Khaya* spp.),
- Teca (*Tectona grandis*).

Na Tabela 1, segue a lista de todos os materiais amostrados juntamente com os seus respectivos números de Registro Nacional de Cultivares e de Cultivar Protegida, quando os tiverem.

Tabela 1 | Lista de todas as espécies/clones amostradas em campo, composta por Eucaliptos, gênero Pinus, Cedro australiano, Mogno africano e Teca. Estão descritos para cada espécie/clone o RNC (Registro Nacional de Cultivares) e CP (Cultivar Protegida) , quando os tiverem.

Espécie/Clone	RNC	CP	Nome científico
4624			
0 52			
0 58			
0 74			
0 78			
A08			
A211			
A217			
A58			
AEC 0020	32371	20140045	<i>Eucalyptus cloeziana</i> F. Muell.
AEC 0042	21868	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
AEC 0043	28579	20140084	<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D. Hill x <i>Corymbia torelliana</i> (F. Muell.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson
AEC 0144	21874	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
AEC 0182			
AEC 0224	21876	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
AEC 1528	27064	20090063	<i>Eucalyptus</i> spp.
AEC 2034	32369	20140050	( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. x <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden) x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
AEC 2111	32375	20140051	( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. x <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden) x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
AEC 2197	32374	20140054	( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. x <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden) x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
AEC 2233	35932	20160099	( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. x <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden) x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
AEC 2475	35933	20160127	<i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell. x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
AG14			
C219	-	-	-
CMM58			
CO0321	25236	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
CO1277			
CO1407	25244	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
<i>Acetalypus</i> 1404	30546	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
<i>Corymbia citriodora</i>	-	-	<i>Corymbia citriodora</i> Hill & Johnson
EC01	33346	-	<i>Eucalyptus</i> spp.



Espécie/Clone	RNC	CP	Nome científico
EC02			
EUCA 103	20521	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
EUCA 105	20522	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
EUCA 433	20535	-	
EUCA 608	20610	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus resinifera</i> Sm.
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	-	-	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn
<i>Eucalyptus cloesiana</i>	-	-	<i>Eucalyptus cloesiana</i> F. Muell
<i>Eucalyptus grandis</i>	-	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden
<i>Eucalyptus urophylla</i>	-	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i>	-	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake x <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	-	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
F8 Copener			
F11 Copener			
F45 Copener			
GG100	21277	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
GG157	21273	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
GG680	21274	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
H23			
IPB15	25105		<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
IPB1	15533	413	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
IPB2	15534	414	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
KL102	33338	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake x <i>Eucalyptus</i> spp.
KL103	33339	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake x <i>Eucalyptus</i> spp.
KL104	33340	-	<i>Eucalyptus</i> spp.
KL105	33342	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus</i> spp.
MA2000	22949	20120196	<i>Eucalyptus</i> spp.
MA2001	22950	20120197	<i>Eucalyptus</i> spp.
PL 3487	22369	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
S23			
SUZMA2015	27418	20100162	<i>Eucalyptus saligna</i> Sm. x <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.
SUZMA2022	27410	20130174	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus</i> spp.
SUZA1250	33147	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VCC865	22124	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VCC975	22126	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake

Espécie/Clone	RNC	CP	Nome científico
EC02			
EUCA 103	20521	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
EUCA 105	20522	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
EUCA 433	20535	-	
EUCA 608	20610	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus resinifera</i> Sm.
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	-	-	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn
<i>Eucalyptus cloesiana</i>	-	-	<i>Eucalyptus cloesiana</i> F. Muell
<i>Eucalyptus grandis</i>	-	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden
<i>Eucalyptus urophylla</i>	-	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i>	-	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake x <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	-	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
F8 Copener			
F11 Copener			
F45 Copener			
GG100	21277	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
GG157	21273	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
GG680	21274	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
H23			
IPB15	25105		<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
IPB1	15533	413	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
IPB2	15534	414	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
KL102	33338	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake x <i>Eucalyptus</i> spp.
KL103	33339	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake x <i>Eucalyptus</i> spp.
KL104	33340	-	<i>Eucalyptus</i> spp.
KL105	33342	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus</i> spp.
MA2000	22949	20120196	<i>Eucalyptus</i> spp.
MA2001	22950	20120197	<i>Eucalyptus</i> spp.
PL 3487	22369	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
S23			
SUZMA2015	27418	20100162	<i>Eucalyptus saligna</i> Sm. x <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.
SUZMA2022	27410	20130174	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus</i> spp.
SUZA1250	33147	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VCC865	22124	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VCC975	22126	-	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake

Espécie/Clone	RNC	CP	Nome científico
VE38	27361	20160122	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VE41	27363	20160121	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VM01	20766	-	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VM02	25797	-	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VM05	25799	20120142	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake
VM58			
VS50	-	-	-
Clone 58	21394	-	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.
Clone 62	21395	-	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	-	-	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>
<i>Pinus elliottii</i>	-	-	<i>Pinus elliottii</i> Engelm var. <i>elliottii</i>
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>Hondurensis</i> x <i>Pinus elliottii</i>	16656	-	<i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>hondurensis</i> (Sénéclauze) W. H. G. Barrett & Golfari x <i>Pinus elliottii</i> Engelm
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>Hondurensis</i> x <i>Pinus tecunumanii</i>	-	-	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus tecunumanii</i>
BV 1110	31617	20180137	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>
BV 1120	31618	20180138	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>
BV 1121	31616	20180139	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>
BV 1210	31614	20180141	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>
BV 1321	31613	20180142	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>
<i>Toona ciliata</i>	-	-	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>
<i>Khaya anthotheca</i>	28715	-	<i>Khaya anthotheca</i> (Welw.) C. DC.
<i>Khaya ivorensis</i>	24942	-	<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.
<i>Khaya senegalensis</i>	21419	-	<i>Khaya senegalensis</i> A. Juss
<i>Tectona grandis</i>	6632	-	<i>Tectona grandis</i> L.f.

#### 4.1.2. Delimitação do Bioma Cerrado em Dendrozonas de Coleta de Dados

Para fins de amostragem, o Bioma Cerrado foi estratificado em sub-regiões que apresentassem condições homogêneas em uma escala macro.

Como o principal fator limitante para o desenvolvimento das espécies no Bioma Cerrado é a restrição hídrica, foram selecionadas variáveis climáticas relacionadas com a disponibilidade de água, além do tipo de vegetação original que é reflexo direto das condições ambientais e de solo de cada local.

Para delimitar essas sub-regiões, denominadas Dendrozonas de Coleta de Dados, foram utilizadas quatro variáveis:

1. Precipitação anual (**Figura 3**);
2. Precipitação no trimestre mais seco (**Figura 4**);
3. Vegetação original do bioma cerrado (**Figura 5**),
4. Textura do solo (**Figura 6**);

Os dados utilizados para delimitação das Dendrozonas de Coleta de Dados, assim como para sua posterior caracterização estão apresentados na Tabela 2.

As Dendrozonas de Coleta de Dados, foram definidas com o auxílio do pro-

grama de geoprocessamento ArcGis, e o modelo final passou por ajuste, considerando experiências de membros do projeto em áreas de abrangência do Bioma Cerrado. Assim, o Bioma Cerrado foi estratificado em nove Dendrozonas de Coleta de Dados (Figura 7).

É importante ressaltar que em parte do Bioma Cerrado, dentro das áreas delimitadas pelas Dendrozonas de Coleta de Dados, existem áreas que são protegidas por Lei devido às suas características naturais relevantes. Sendo essas áreas caracterizadas como: Estação Ecológica, Floresta Estadual, Floresta Nacional, Monumento Natural, Parque Estadual, Parque Nacional, Parque Natural Municipal, Refúgio de Vida Silvestre, Reserva Biológica, Reserva Extrativista, Reserva Particular do Patrimônio Natural, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico e Terras Indígenas. Na Tabela 3 estão as áreas totais de cada Dendrozona de Coleta de Dados e, respectivamente, a extensão de suas áreas protegidas, as mesmas demonstradas na Figura 8. Essas áreas são Unidades de Conservação e foram delimitadas a partir da base de dados do patrimônio mundial da humanidade (UNESCO, 2018), e para fins de amostragem e recomendações das espécies/clones, foram excluídas, pois são áreas onde não pode ocorrer o cultivo com espécies exóticas e que fogem do escopo da política do Plano ABC.



Tabela 2 | Fonte de dados espaciais utilizadas para delimitação e caracterização das Dendrozonas de Coleta de Dados.

Camada	Fonte	Ano	Escala
Dendrozona de Coleta de Dados	SIFLOR	2016	
Altitude	USGS/SRTM	2011	1 arcseg (~30m)
Áreas Protegidas	UNEP/WCMC	2017	1:250.000
Biomass	IBAMA	2010	1:5.000.000
Vegetação	IBGE/RADAM	1992	1:5.000.000
Precipitação	HIJMANS et al., 2005 (WORLDCLIM)	1970-2000	30 arcseg (~1 km)
Temperatura	HIJMANS et al., 2005 (WORLDCLIM)	1970-2000	30 arcseg (~1 km)
Área Plantada	IBGE	2015	
Estados	IBGE	2015	1:250.000
Municípios	IBGE	2015	1:250.000
Solos	IBGE	2012	1:250.000
Solos	FEAM/MG	2010	1:650.000
Solos	SEPLAN/MS	1985	1:250.000
Solos	OLIVEIRA et al., 1999 (IAC)	1999	1:500.000
Uso da Terra	BRASIL/TERRACLASS	2013	1:250.000

Tabela 3 | Área total das Dendrozonas de Coleta de Dados e área protegida em quilômetros quadrados.

Dendrozona	Área total (km²)	Área protegida (km²)	Proporção
1	31.779	14.199	45%
2	58.121	1.694	3%
3	594.119	77.984	13%
4	241.516	25.117	10%
5	403.193	63.826	16%
6	84.505	34.285	41%
7	154.879	36.923	24%
8	415.696	20.964	5%
9	56.247	6.374	11%

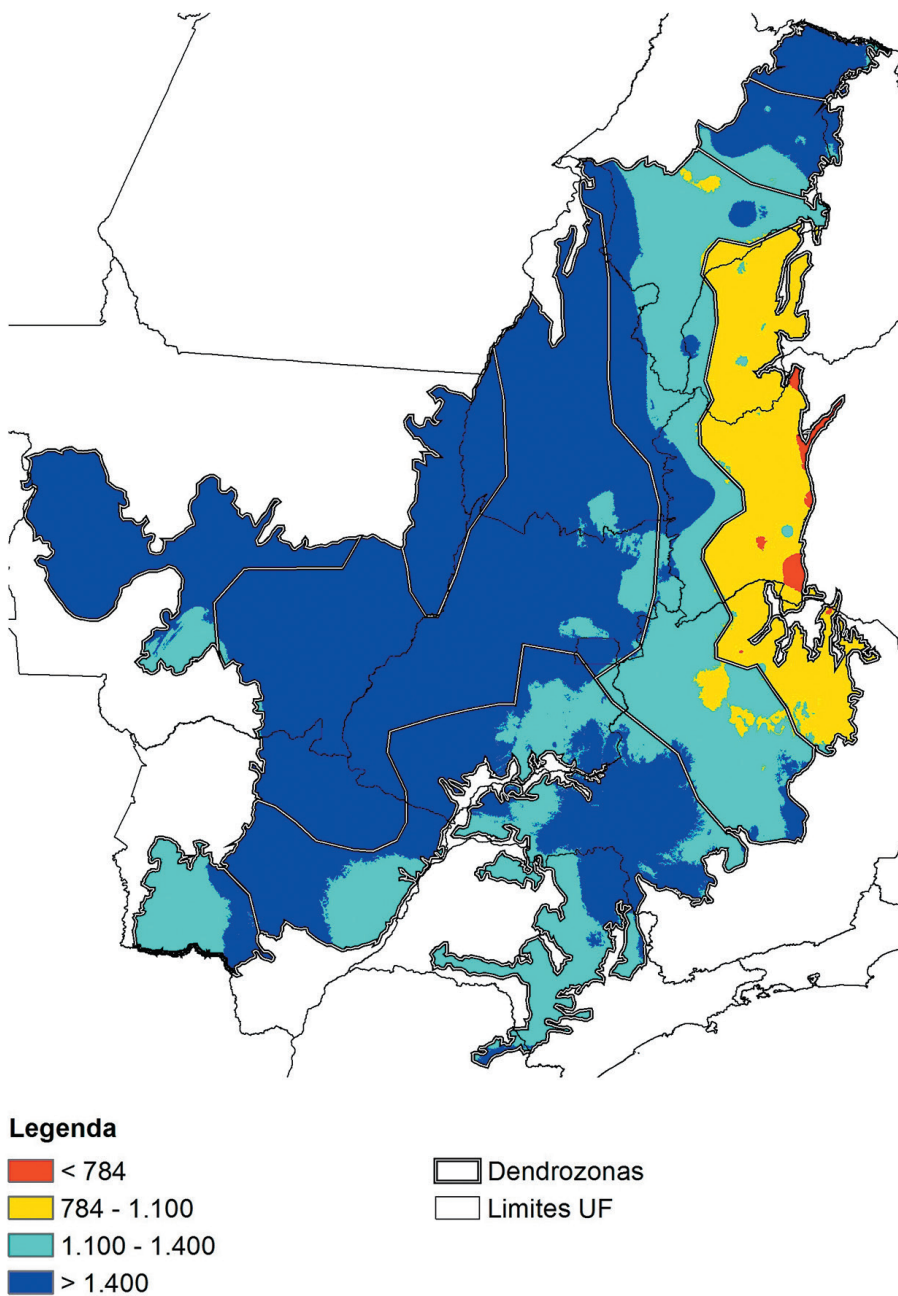
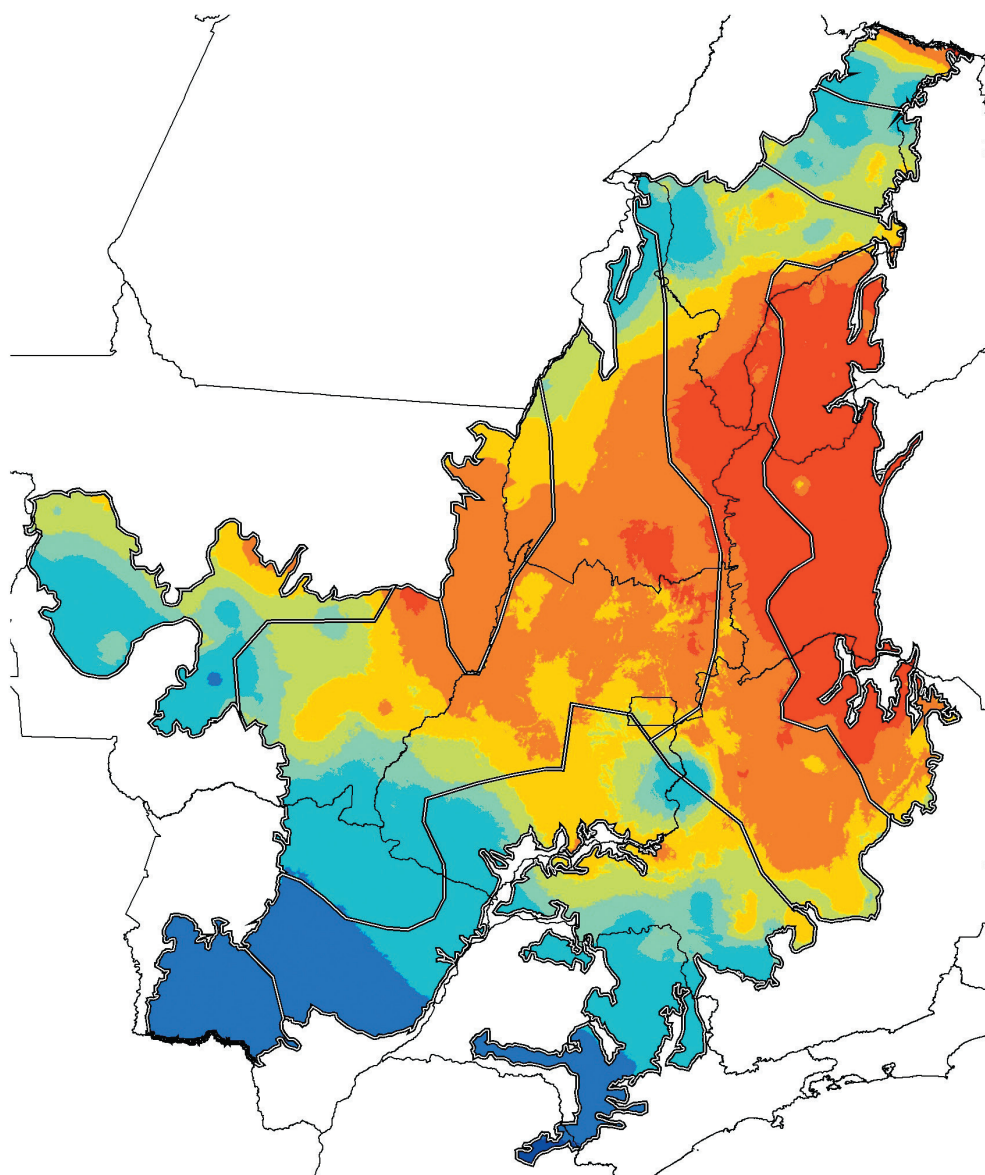


Figura 3 | Precipitação anual em milímetros com delimitação do Bioma Cerrado e das Dendrozonas de Coleta de Dados. Fonte: HUMANS et al, 2005 (WORLDCLIM).



### Legenda

0 - 10	40 - 50	Dendrozonas
10 - 20	50 - 100	Limites UF
20 - 30	100 - 200	
30 - 40	> 200	

Figura 4 | Precipitação do trimestre mais seco em milímetros com delimitação do Bioma Cerrado e das Dendrozonas de Coleta de Dados. Fonte: HUMANS et al, 2005 (WORLDCLIM).

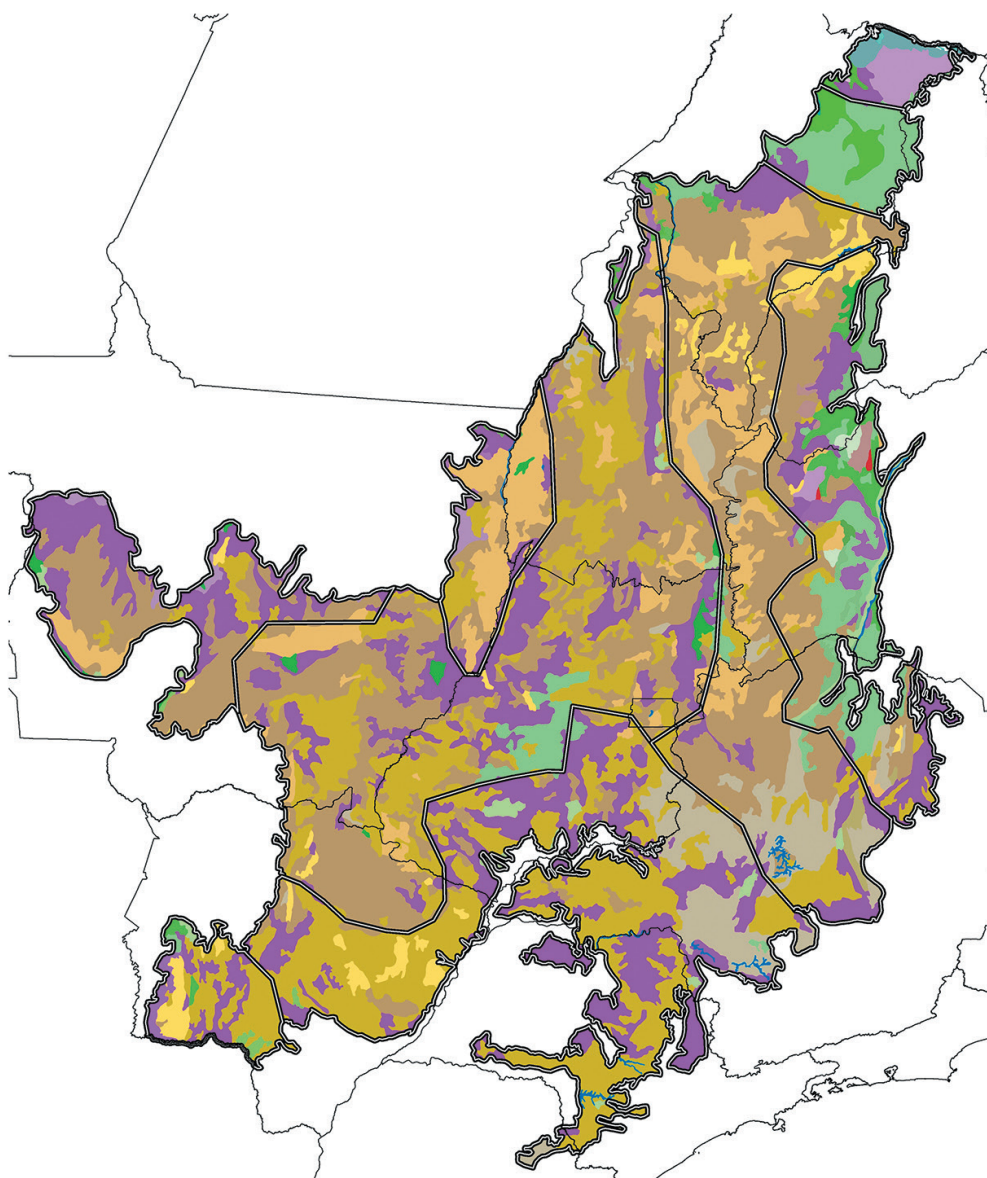


Figura 5 | Vegetação do Brasil com delimitação do Bioma Cerrado e das Dendrozonas de Coleta de Dados. Fonte: IBGE/RADAM, 1992 .



## Legenda

	Áreas das Formações Pioneiras com Atividades Agrícolas		Floresta Estacional Decidual com Vegetação Secundária e Atividades Agrícolas
	Áreas das Formações Pioneiras com Influência Fluvial		Floresta Estacional Semidecidual, Aluvial
	Áreas das Formações Pioneiras com Influência Fluviomarinha		Floresta Estacional Semidecidual, Montana
	Áreas das Formações Pioneiras com Influência Marinha		Floresta Estacional Semidecidual, Submontana
	Áreas de Tensão Ecológica entre Estepe e Floresta Estacional		Floresta Estacional Semidecidual, Terras Baixas
	Áreas de Tensão Ecológica entre Floresta Ombrofila e Floresta Estacional		Floresta Estacional Semidecidual com Vegetação Secundária e Atividades Agrícolas
	Áreas de Tensão Ecológica entre Savana Estépica e Floresta Estacional		Floresta Ombrofila Aberta, Submontana
	Áreas de Tensão Ecológica entre Savana e Floresta Estacional		Floresta Ombrofila Aberta com Vegetação Secundária e Atividades Agrícolas
	Áreas de Tensão Ecológica entre Savana e Floresta Ombrofila		Floresta Ombrofila Densa com Vegetação Secundária e Atividades Agrícolas
	Áreas de Tensão Ecológica entre Savana e Floresta Ombrofila Densa		Floresta Ombrofila Mista com Vegetação Secundária e Atividades Agrícolas
	Áreas de Tensão Ecológica entre Savana e Savana Estépica		Não classificado
	Áreas de Tensão Ecológica entre Savana e Estepe		Refúgio Ecológico, Montana
	Caatinga, Arborea		Rios e Lagos
	Caatinga, Arborea		Savana, Arborea
	Caatinga com Atividades		Savana, Arborea
	Floresta Estacional Decidual, Montana		Savana com Atividades
	Floresta Estacional Decidual, Submontana		Savana, Gramíneo-lenhosa
	Floresta Estacional Decidual, Terras Baixas		Savana, Parque

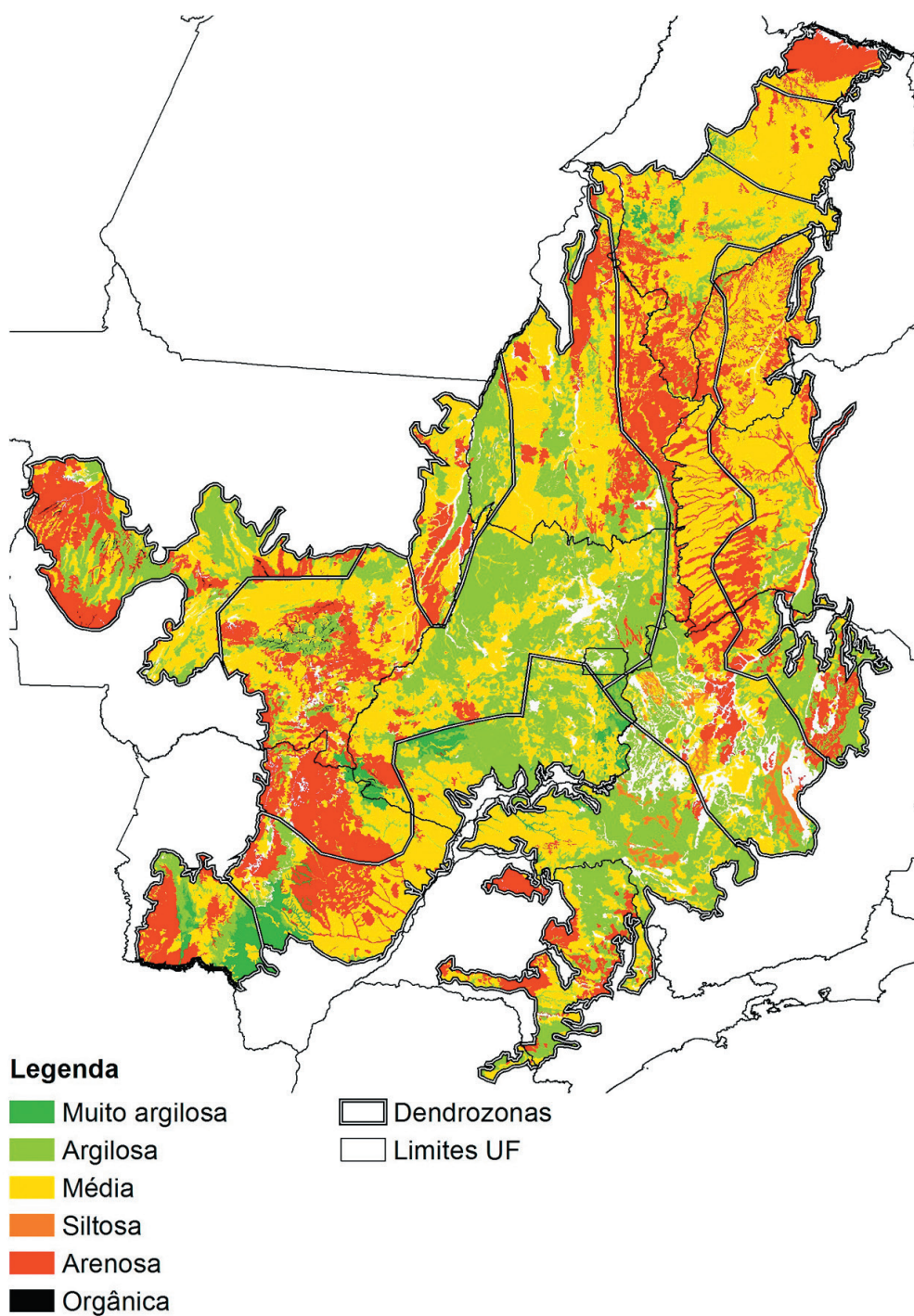


Figura 6 | Textura do solo com delimitação do Bioma Cerrado e das Dendrozonas de Coleta de Dados. Fonte: IBGE/RADAM, 2012.

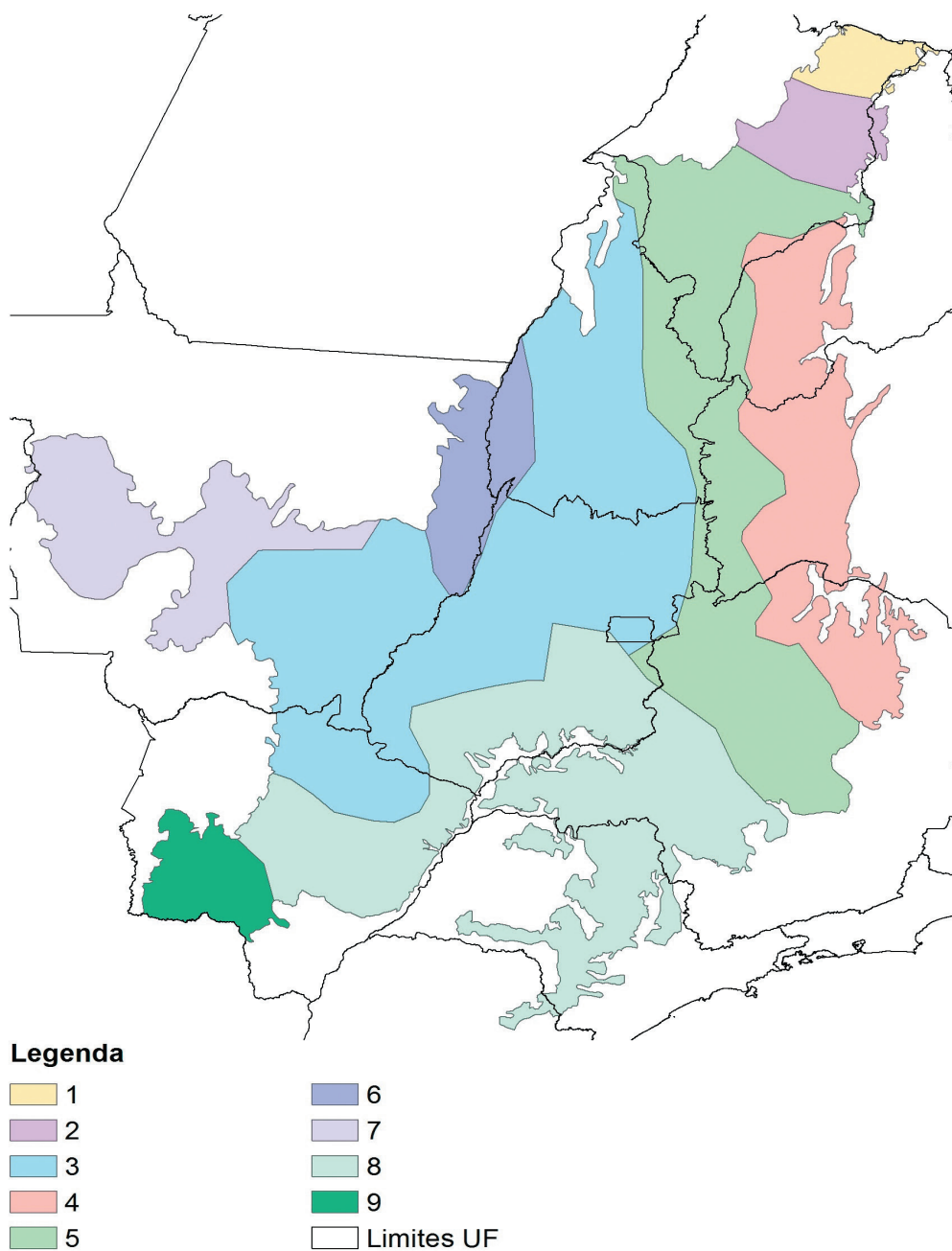


Figura 7 | Delimitação das Dendrozonas de Coleta de Dados no Bioma Cerrado.  
Fonte: SIFLOR, 2016

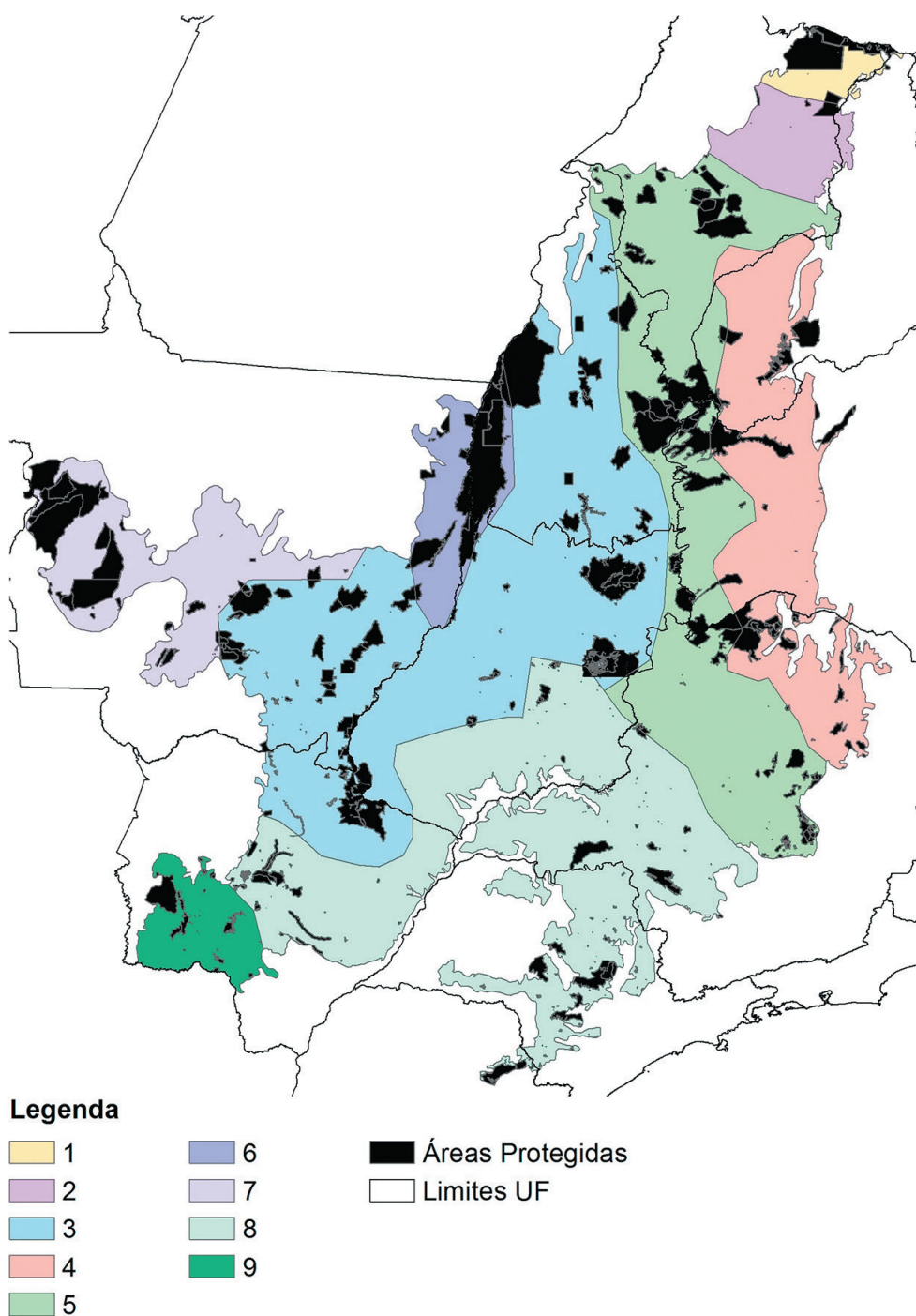


Figura 8 | Áreas protegidas com delimitação do Cerrado e das Dendrozonas de Coleta de Dados. Fonte: UNEP/WCMC, 2017.



A Tabela 4 apresenta a proporção da área de Cerrado de cada Estado em cada uma das nove Dendrozonas de Coleta de Dados dentro dos Estados que compõem o Bioma Cerrado.

A partir desses dados, é possível observar como foram realizadas as prospecções para o planejamento de coleta de dados. O Distrito Federal e os Estados de Goiás e Tocantins, são os territórios que contêm as maiores proporções de cerrado em sua cobertura, e essas áreas, assim como a de outros Estados, se distribui por mais de uma dendrozona. Destaque é dado para o Estado do Maranhão, que contém suas

áreas de Cerrado em um maior número de Dendrozonas de Coleta de Dados, abrangendo cinco delas devido a grande variação edafoclimática local. Excessão se faz para o Estado do Paraná e São Paulo, que contêm suas áreas de Cerrado em somente uma única Dendrozona de Coleta de Dados. Todos esses aspectos foram considerados no planejamento das amostragens das prospecções realizadas em campo.

A seguir, encontram-se as características e algumas observações referentes a cada uma das nove Dendrozonas de Coleta de Dados.

Tabela 4 | Proporção dos Estados por Dendrozona de Coleta de Dados.

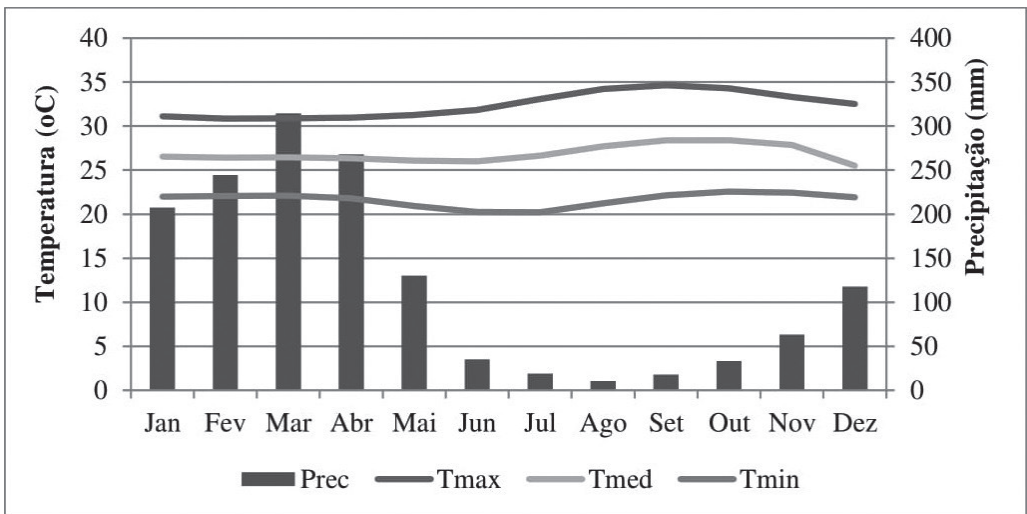
Proporção (%)	Estado	Dendrozona									Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	BA				16,9	9,9					26,8
	DF			94,2		0,2			5,6		100
	GO			61,3		3,8	0,8		31,3		97,3
	MA	9,2	16,3	0,6	1,8	36,8					64,6
	MG			0,2	11,4	24,9			21,3		57,7
	MS			16,7					28,1	15,8	60,6
	MT			16,6			6,7	17,9			41,2
	PI	0,6	1,6		29,2	5,8					37,1
	PR								1,9		1,9
	SP								32,7		32,7
	TO			60,8		20,3	9,9				91

# Dendrozona de Coleta de Dados

1



Estados: Maranhão e Piauí  
 Altitude média: 59 metros  
 Variação: 0-143 metros  
 Precipitação anual: 1633 mm  
 Precipitação trimestre seco: 43 mm (agosto a outubro)  
 Temp. média: 26,9°C  
 Temp. máxima: 33,3°C (outubro)  
 Temp. mínima: 21,4°C (julho)



**Principais Tipos de Solo:** RQ - Neossolo Quartzarênico (39,9%); LA - Latossolo Amarelo (21,1%); FF - Plintossolo Pétrico (20,7%).

**Principais Texturas do Solo:** Arenosa (59%) e Média (29,9%).

**Uso da Terra:** Natural (70,4%); Pastagem (6,2%); Agricultura (1,9%); Silvicultura (1,1%).

**Principais Tipos de Vegetação:** Áreas de Tensão Ecológica/Floresta Estacional (48,0%); Áreas das Formações Pioneiras/ Influência Marinha (23,0%); Áreas de Tensão Ecológica/Floresta Estacional (12,6%).

## Dendrozona de Coleta de Dados

2



**Estados:** Maranhão e Piauí

**Altitude média:** 123 metros

**Variação:** 0-421 metros

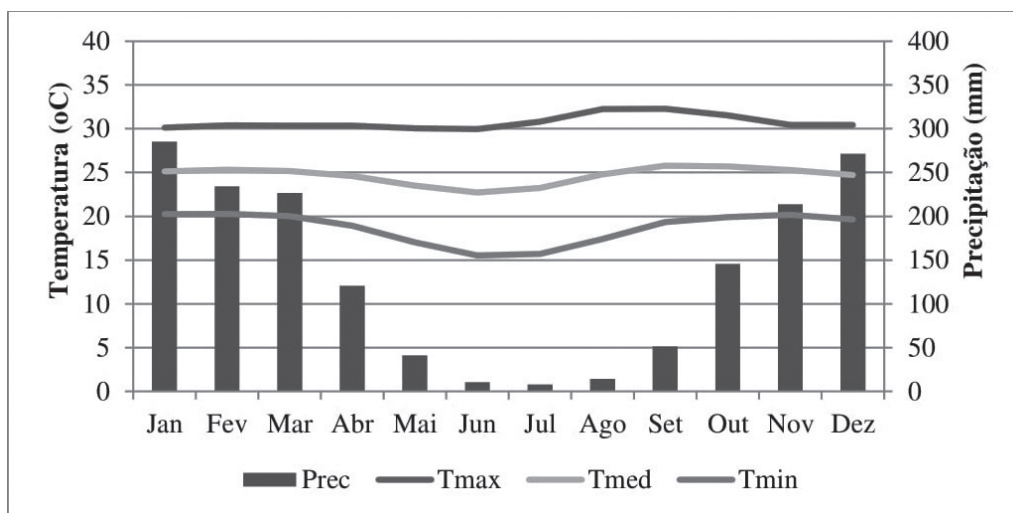
**Precipitação anual:** 1461 mm

**Precipitação trimestre seco:** 46,7 mm (julho a setembro)

**Temp. média:** 26,9°C

**Temp. máxima:** 34,6°C (setembro)

**Temp. mínima:** 20,2°C (jun e jul)



**Principais Tipos de Solo:** LA - Latossolo Amarelo (26,4%); FF - Plintossolo Pétrico (22,1%); PVA - Argissolo Vermelho-Amarelo (14,5%).

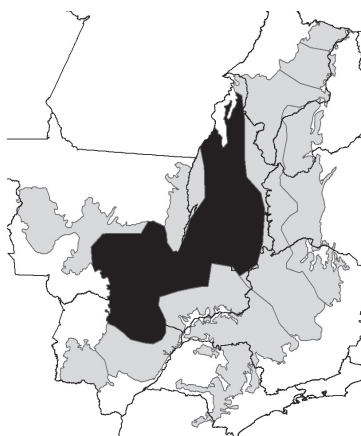
**Principais Texturas do Solo:** Média (88,2%) e Arenosa (6,3%).

**Uso da terra:** Natural (60,6%); Pastagem (25,1%); Agricultura (1,0%); Área Urbanizada (0,8%).

**Principais Tipos de Vegetação:** Floresta Estacional Decidual/Vegetação Secundária e Atividades Agrícolas (65,6%); Floresta Ombrófila Densa/Vegetação Secundária e Atividades Agrícolas (21,4%); Áreas de Tensão Ecológica/Savana-Floresta Estacional (7,2%).

## Dendrozona de Coleta de Dados

3



**Estados:** Distrito Federal, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Maranhão e Minas Gerais.

**Altitude média:** 471 metros

**Variação:** 128-1674 metros

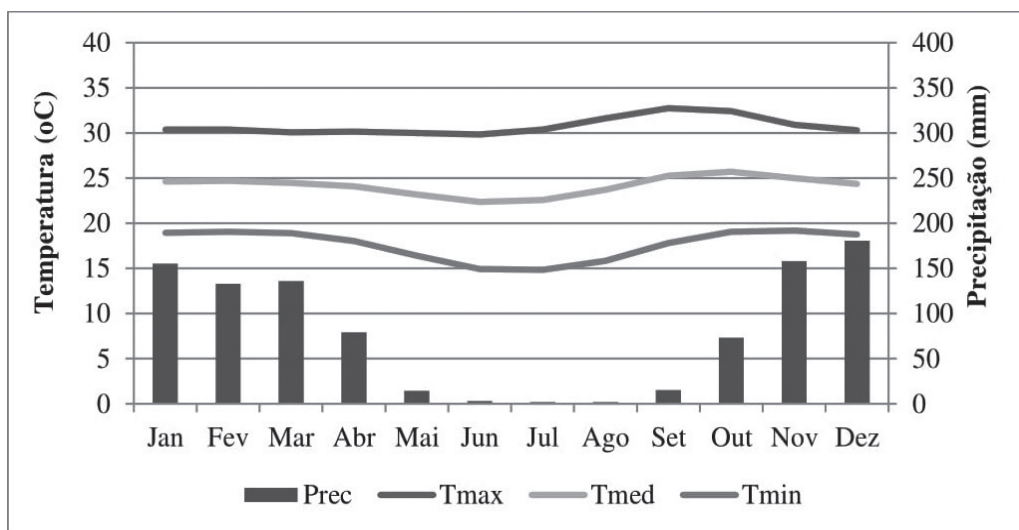
**Precipitação anual:** 1623 mm

**Precipitação trimestre seco:** 32,4 mm (junho a agosto)

**Temp. média:** 24,7°C

**Temp. máxima:** 32,3°C (setembro)

**Temp. mínima:** 15,5°C (junho)



**Principais Tipos de Solo:** RQ - Neossolo Quartzarênico (15,6%); LV - Latossolo Vermelho (15,5%); CX - Cambissolo Háplico (14,9%).

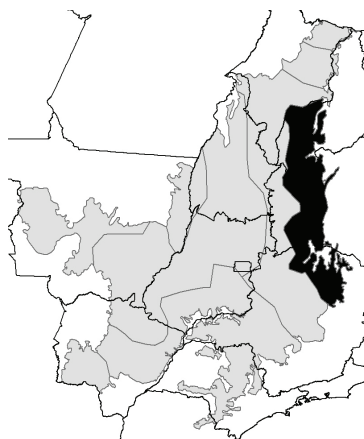
**Principais Texturas do Solo:** Média (43,4%) e Argilosa (30%).

**Uso da terra:** Natural (51,4%); Pastagem (38,2%); Agricultura (8,1%); Silvicultura (0,4%).

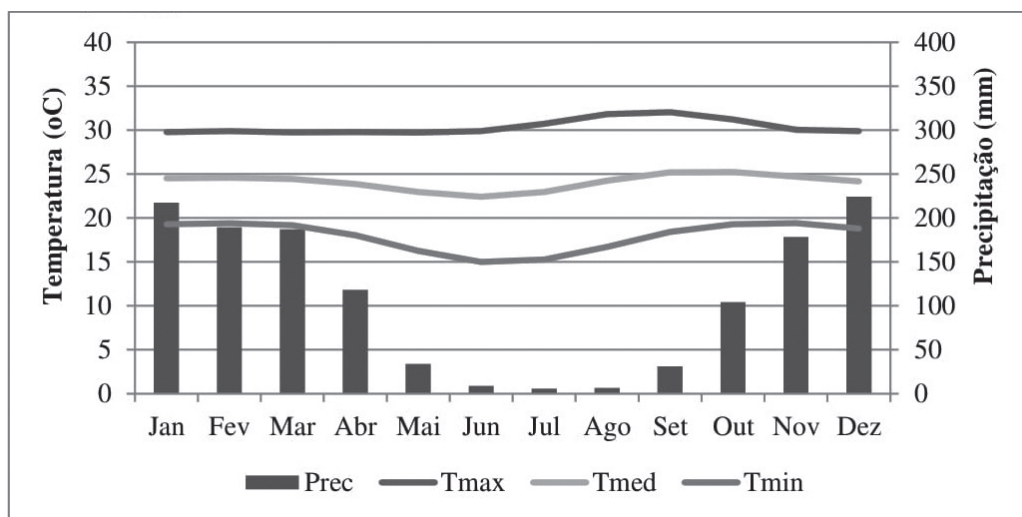
**Principais Tipos de Vegetação:** Savana/Arbórea Aberta (41,6%); Savana/Atividades Agrícolas (25,5%); Áreas de Tensão Ecológica/Savana-Floresta Estacional (9,8%).

## Dendrozona de Coleta de Dados

4



Estados: Piauí, Bahia, Minas Gerais e Maranhão  
 Altitude média: 565 metros  
 Variação: 100-1801 metros  
 Precipitação anual: 952 mm  
 Precipitação trimestre seco: 7,4mm (junho a agosto)  
 Temp. média: 24,2°C  
 Temp. máxima: 32,7°C (agosto)  
 Temp. mínima: 14,8°C (julho)



**Principais Tipos de Solo:** LA - Latossolo Amarelo (30,4%); LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo (12,1%); RL - Neossolo Litólico (10,5%).

**Principais Texturas do Solo:** Média (52,5%) e Arenosa (24,2%).

Uso da terra: Natural (74,9%); Pastagem (18,5%); Agricultura (3,3%); Silvicultura (1,8%).

**Principais Tipos de Vegetação:** Savana/Arbórea Aberta (27,9%); Floresta Estacional Decidual/Vegetação Secundária e Atividades Agrícolas (15,4%); Áreas de Tensão Ecológica/Savana - Floresta Estacional (12,4%).

## Dendrozona de Coleta de Dados

5



**Estados:** Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Piauí e Tocantins

**Altitude:** 563 metros

**Variação:** 64-1826 m

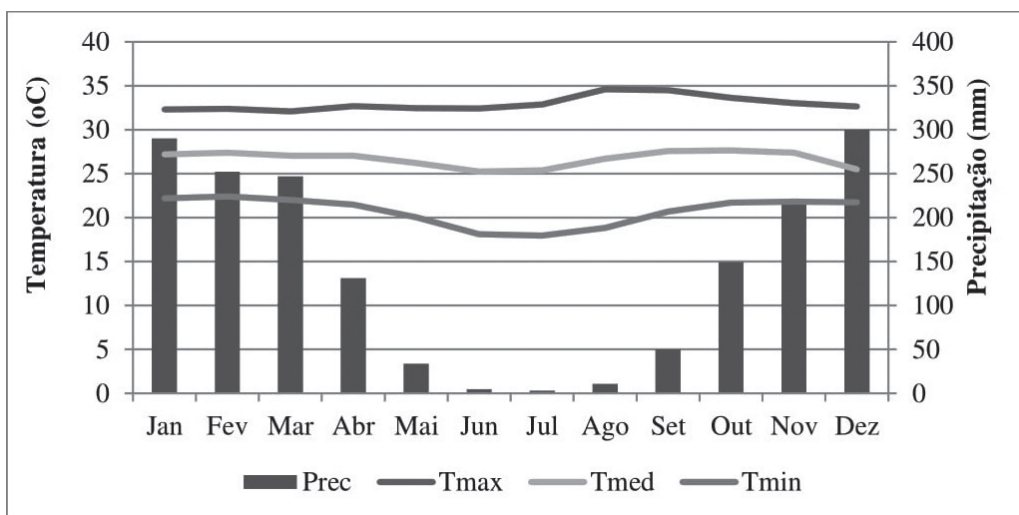
**Precipitação anual:** 1306 mm

**Precipitação trimestre seco:** 21,3 mm (junho a agosto)

**Temp. média:** 24,1°C

**Temp. máxima:** 32,0°C (setembro)

**Temp. mínima:** 15,0°C (junho)



**Principais Tipos de Solo:** LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo (24,1%); RQ - Neossolo Quartzarênico (16,0%); RL - Neossolo Litólico (14,3%).

**Principais Texturas do Solo:** Média (47,1%) e Arenosa (22%).

**Uso da terra:** Natural (67,1%); Pastagem (18,3%); Agricultura (9,8%); Silvicultura (2,1%).

**Principais Tipos de Vegetação:** Savana/Arbórea Aberta (46,3%); Savana/Parque (16,5%); Savana/Gramíneo-lenhosa (10,8%).



## Dendrozona de Coleta de Dados

6



**Estados:** Tocantins, Minas Gerais e Goiás

**Altitude média:** 220 metros

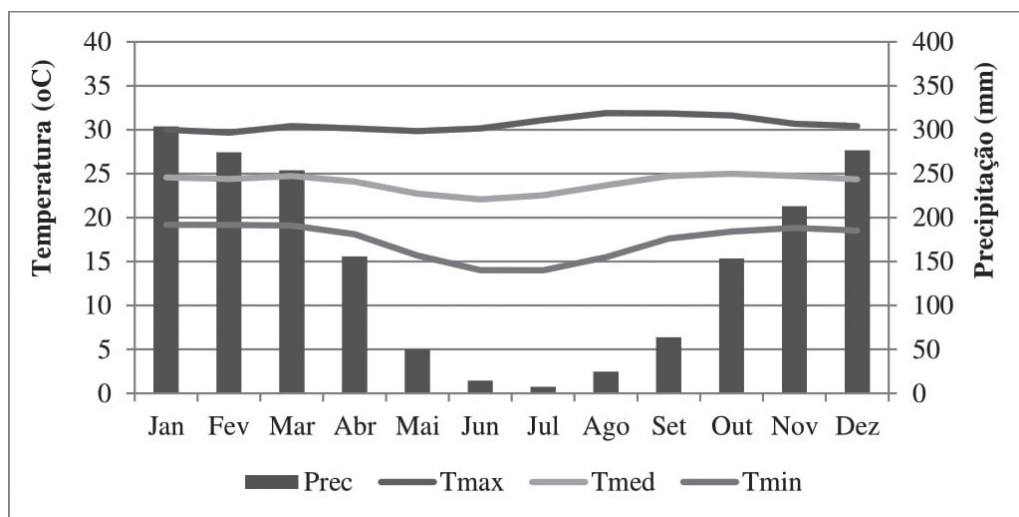
**Variação:** 124-546 metros

**Precipitação anual:** 1688 mm

**Precipitação trimestre seco:** 18,6 mm (junho a agosto)

**Temp. média:** 26,7°C

**Temp. máxima:** 34,6°C (agosto) **Temp. mínima:** 18,0°C (julho)



**Principais Tipos de Solo:** FT - Plintossolo Argilúvico (42,4%); FX - Plintossolo Háplico (16,9%); LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo (12,2%).

**Principais Texturas do Solo:** Média (40,2%) e Argilosa (31,2%).

**Uso da terra:** Natural (79,3%); Pastagem (16,6%); Agricultura (1,3%)

**Principais Tipos de Vegetação:** Savana/Parque (51,8%); Savana/Arbórea Aberta (16,2%); Savana/Atividades Agrícolas (10,4%).

## Dendrozona de Coleta de Dados

7



**Estados:** Mato Grosso

**Altitude média:** 430 metros

**Variação:** 112-944 metros

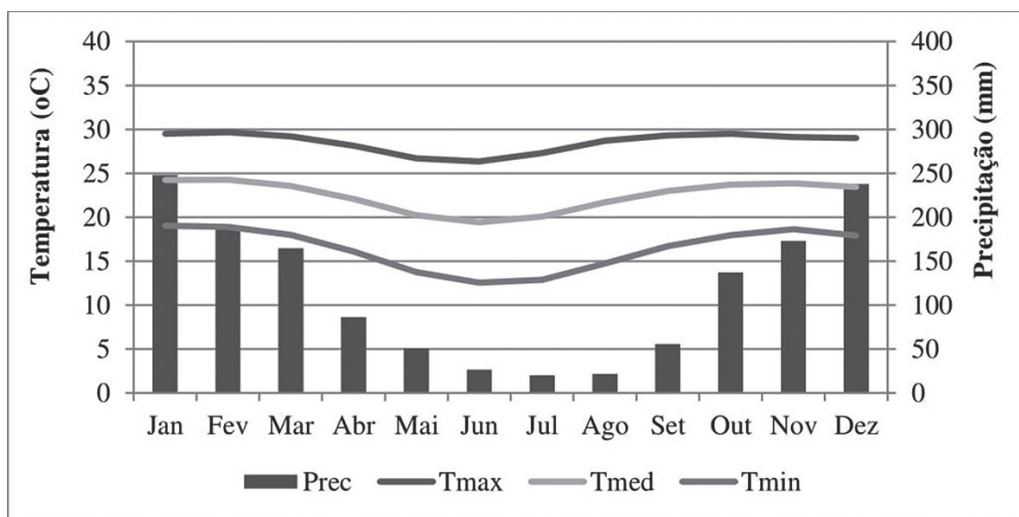
**Precipitação anual:** 1791 mm

**Precipitação trimestre seco:** 46,9 mm (junho a agosto)

**Temp. média:** 24,0°C

**Temp. máxima:** 31,9°C (ago e set)

**Temp. mínima:** 14,0°C (jun e jul)



**Principais Tipos de Solo:** RQ - Neossolo Quartzarênico (30,4%); LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo (26,5%); LV - Latossolo Vermelho (24,4%)

**Principais Texturas do Solo:** Média (33,3%) e Argilosa (31,6%).

**Uso da terra:** Natural (63,1%); Agricultura (22,2%); Pastagem (13,2%); Área Urbana (0,3%)

**Principais Tipos de Vegetação:** Savana/Arbórea Aberta (41,8%); Áreas de Tensão Ecológica/Savana-Floresta Estacional (36,5%); Savana/Parque (6,4%).

## Dendrozona de Coleta de Dados

8



**Estados:** São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Distrito Federal e Paraná

**Altitude média:** 651 metros

**Variação:** 127-1509 metros

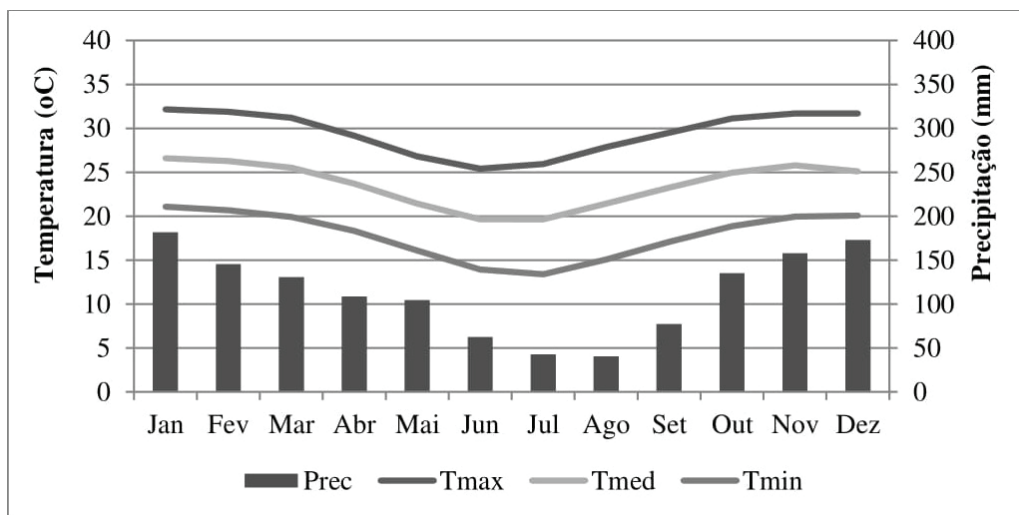
**Precipitação anual:** 1412 mm

**Precipitação trimestre seco:** 68,3 mm (junho a agosto)

**Temp. média:** 22,5°C

**Temp. máxima:** 29,7°C (fevereiro)

**Temp. mínima:** 12,5°C (junho)



**Principais Tipos de Solo:** LV - Latossolo Vermelho (38,8%); CX - Cambissolo Háplico (8,4%); RQ - Neossolo Quartzarênico (7,3%).

**Principais Texturas do Solo:** Média (38,3%) e Argilosa (35,8%).

**Uso da terra:** Pastagem (43,9%); Natural (26,1%); Agricultura (23,9%); Silvicultura (3,5%); Área Urbanizada (1,3%).

**Principais Tipos de Vegetação:** Savana/Atividades Agrícolas (45,4%); Áreas de Tensão Ecológica/Savana-Floresta Estacional (28,0%); Savana/Gramíneo-lenhosa (11,4%).

## Dendrozona de Coleta de Dados

9



**Estados:** Mato Grosso do Sul

**Altitude média:** 316 metros

**Variação:** 74-843 metros

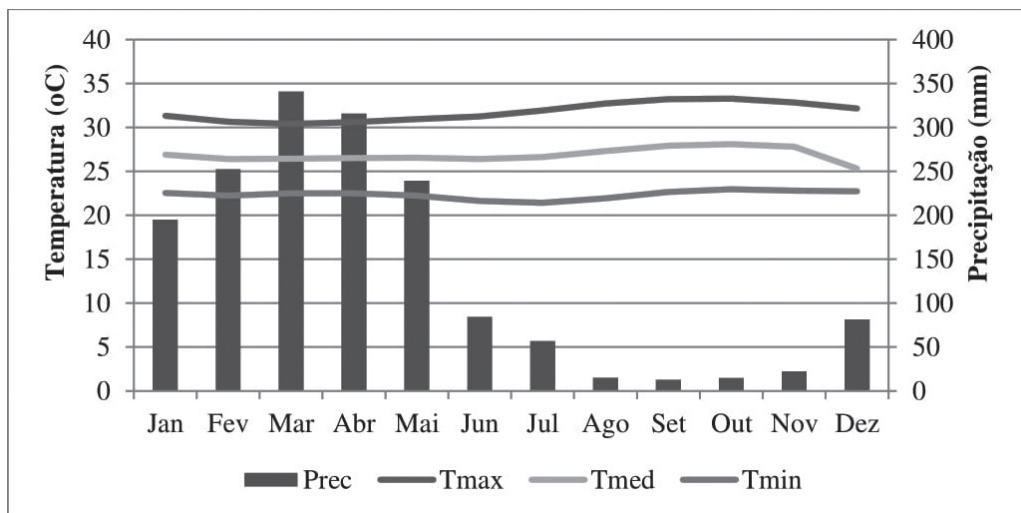
**Precipitação anual:** 1360 mm

**Precipitação trimestre seco:** 145,8 mm (junho a agosto)

**Temp. média:** 23,6°C

**Temp. máxima:** 32,2°C (janeiro)

**Temp. mínima:** 13,4°C (julho)



**Principais Tipos de Solo:** LV - Latossolo Vermelho (26,5%); SN - Planossolo Nátrico (9,5%); PVA - Argissolo Vermelho-Amarelo (9,0%).

**Principais Texturas do Solo:** Arenosa (32,6%) e Média (24,3%).

**Uso da terra:** Natural (44,7%); Pastagem (41,9%); Agricultura (11,9%); Área Urbana (0,6%).

**Principais Tipos de Vegetação:** Savana/Atividades Agrícolas (44,7%); Áreas de Tensão Ecológica/Savana - Floresta Estacional (16,2%); Savana/Arbórea Densa (14,5%).

### 4.1.3. Critérios para a distribuição das parcelas amostrais

Depois de elaboradas e definidas as Dendrozonas de Coleta de Dados, para a escolha dos locais em que seriam realizadas a distribuição das parcelas amostrais, utilizou-se a base de dados de distribuição dos povoamentos florestais do gênero *Eucalyptus*, *Pinus* e de outras espécies no Brasil (IBGE, 2015).

A partir da elaboração de um mapa com os limites das Dendrozonas de Coleta de Dados e as áreas dos povoamentos florestais (em hectares), foi possível localizar as áreas em que haviam cultivos e, portanto, onde deveriam ser alocadas as parcelas amostrais.

A distribuição dos povoamentos florestais por município, com base no censo agropecuário do IBGE do ano de 2015, é apresentada na Figura 9. Os Estados com as maiores áreas de povoamentos florestais em municípios do Bioma Cerrado são Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo. Todos esses Estados compõem grande parte da Dendrozona de Coleta de Dados 8 (Tabela 5).

Uma das consequências é que nessa Dendrozona de Coleta de Dados 8, se concentram as maiores áreas com povoamentos florestais. Os gêneros mais cultivados nesta Dendrozona são *Eucalypto* e *Pinus* (Tabelas 6 e 7).

Os plantios das espécies mogno africano, cedro australiano e teca, em função de suas exigências ecofisiológicas, acabam se concentrando nos estados do Mato Grosso, Tocantins, Minas Gerais e Goiás. (Tabela 8).

### 4.1.4. Contato com parceiros, reuniões e prospecções para planejamento de coleta de dados

A coordenação e a equipe técnica do projeto se reuniu de forma a identificar

estratégias que possibilitassem a coleta de campo. Para isso, foram identificados parceiros regionais, como pessoas ligadas à viveiros, instituições públicas e privadas, cooperativas e consultores ligados ao setor florestal que pudessem auxiliar no planejamento de campo.

Juntos realizaram reuniões e prospecções de campo onde eram discutidos os principais desafios do setor na região e como o projeto poderia auxiliar nessas questões, bem como o levantamento de produtores e empresas que tinham plantações alvo: idade do povoamento superior a 3 anos; diferentes clones/espécies; boas práticas silviculturais; localização em diferentes dendrozonas de coleta de dados ao longo do estado, e que pudesse receber a equipe para que esta organizasse as coletas de dados.

### 4.1.5. Prospecção de dados em campo, aplicação de questionário e amostragem em campo

A prospecção de dados foi realizada nas Dendrozona de Coleta de Dados como um transecto no estado, para amostrar o máximo de materiais genéticos, agrupando áreas consideradas, nesse trabalho, como semelhantes em relação às condições edafoclimáticas.

Ao chegar na propriedade, para a realização da amostragem de campo, o primeiro passo era a aplicação do questionário com o produtor rural ou responsável, a fim de identificar quais materiais genéticos havia na área, seu histórico de uso, quais as práticas silviculturais aplicadas, dentre outras informações constantes no Anexo II. Ao fim do preenchimento, a equipe técnica dava início a instalação das parcelas para coleta dos dados quantitativos e qualitativos.

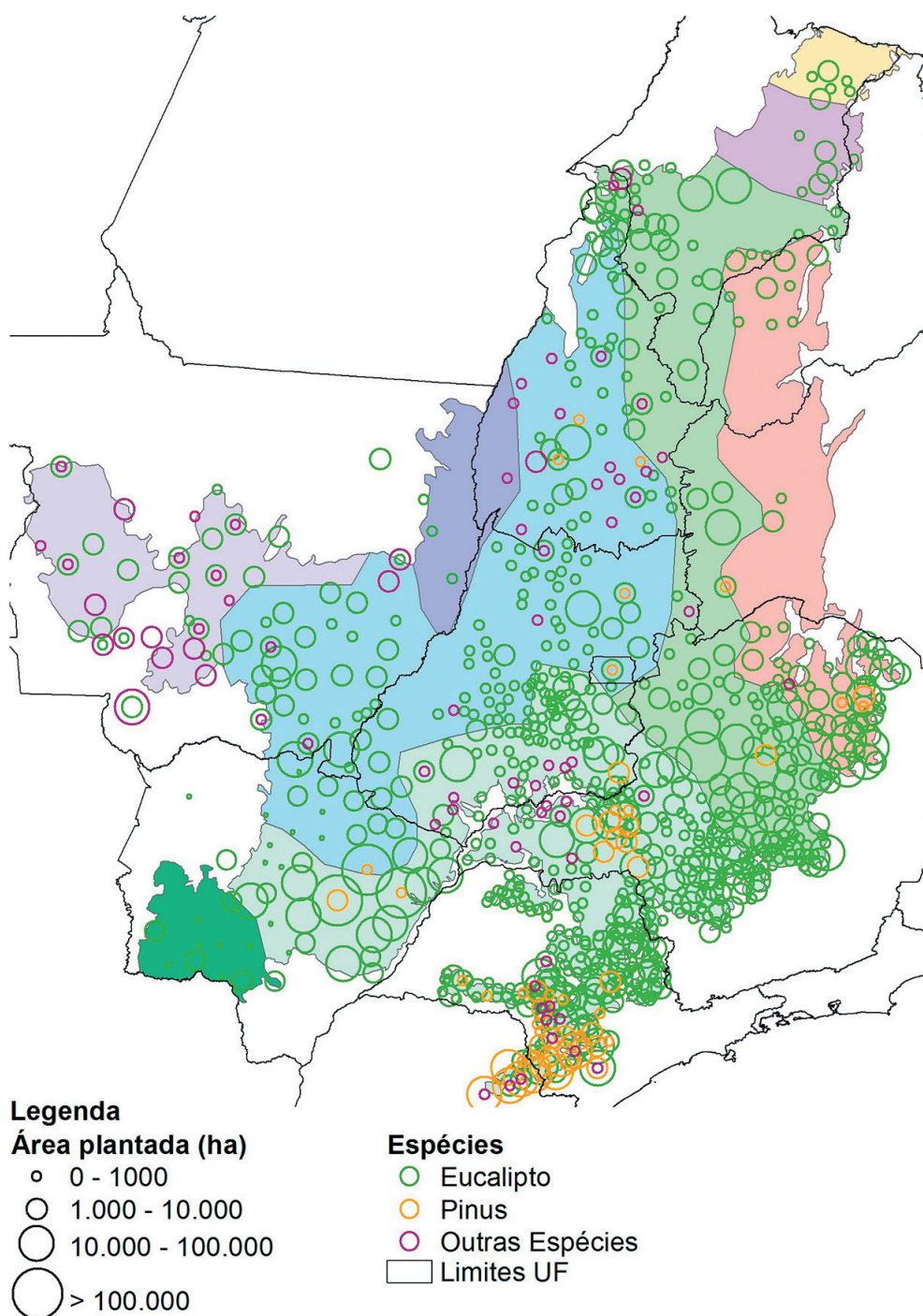


Figura 9 | Área com povoamentos florestais em hectares por município com delimitação do Bioma Cerrado e das Dendrozonas de Coleta de Dados. Fonte: IBGE, 2015.

Tabela 5 | Área com povoamentos florestais em hectares por Dendrozona de Coleta de Dados.

Área Plantada (ha)	Estado	Dendrozona									Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	BA				5.659	31.476					37.135
	GO			58.634		1.945	36		83.773		144.389
	MA	12.160	16.624	21	1.587	98.501					128.893
	MG			110	259.618	525.122			364.665		1.149.514
	MS			182.671					646.374	17.785	846.830
	MT			113.427			1.362	67.938			182.727
	PI		198		10.850	269					11.316
	PR								148.642		148.642
	SP								458.089		458.089
	TO			77.032		37.418	1.070				115.520
	Total	12.160	16.822	431.895	277.714	694.731	2.468	67.938	1.701.543	17.785	3.223.055

Tabela 6 | Área com povoamentos de eucalipto em hectares por Dendrozona de Coleta de Dados.

Eucalipto (ha)	Estado	Dendrozona									Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	BA				5.371	31.089					36.460
	GO			57.398		1.423	36		75.580		134.437
	MA	12.160	16.624	21	1.587	98.490					128.882
	MG			110	251.472	523.922			339.444		1.114.947
	MS			182.073					641.682	17.785	841.540
	MT			107.494			1.199	54.229			162.922
	PI		198		10.850	269					11.316
	PR								37.877		37.877
	SP								412.161		412.161
	TO			73.789		34.721	678				109.188
	Total	12.160	16.822	420.885	269.280	689.914	1.913	54.229	1.506.744	17.785	2.989.730



Tabela 7 | Área com povoamentos de Pinus em hectares por Dendrozona de Coleta de Dados.

Pinus (ha)	Estado	Dendrozona									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
	BA				288	387					675
	GO			1.015		2			7.698		8.715
	MG				8.100	1.200			24.010		33.310
	MS			598					4.692		5.290
	PR								110.519		110.519
	SP								45.418		45.418
	TO			743		117					860
	Total			2.356	8.388	1.706			192.337		204.787

Tabela 8 | Área com outras espécies florestais em hectares por Dendrozona de Coleta de Dados.

Outras espécies (ha)	Estado	Dendrozona									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
	GO			221		520			495		1.237
	MA					11					11
	MG				46				1.212		1.258
	MT			5.933			163	13.709			19.805
	PR								247		247
	SP								510		510
	TO			2.499		2.580	392				5.472
	Total			8.653	46	3.111	555	13.709	2.464		28.540



### A) Instalação das parcelas

A amostragem foi feita preferencialmente em espécies/clones de domínio público, em cultivos com idade superior a três anos, momento em que as plantas já se encontram em competição e começam a apresentar sintomas relacionados à restrição hídrica. Os cultivos amostrados foram caracterizados por material genético, idade, espaçamento, sistema silvicultural, dendrozona de coleta de dados, tipos e texturas de solo, relevo, município e propriedade rural. Foram instaladas duas parcelas temporárias em cada situação.

#### Monocultivo

Cada parcela amostral foi alocada no interior do talhão para evitar o efeito de borda. Foram adotadas inicialmente parcelas retangulares de 17,5m x 23 m, como ilustrado na Figura 10, porém como foram encontrados espaçamentos

muito distintos, houve a necessidade de adaptação do tamanho da parcela, em alguns casos.

#### iLPF

Quando a espécie florestal, compunha um sistema iLPF, foram amostradas em torno de 60 árvores por parcela e o número de árvores por linha dependeu do modelo do iLPF. Dessa forma, o tamanho da parcela variou, porém, a quantidade de árvores amostradas foi mantida constante.

Nos modelos de iLPF com uma única linha, a parcela instalada continha três renques com aproximadamente 20 árvores em cada um deles (Figura 11). No caso de modelos constituídos por renques com duas ou três linhas, a parcela abrangia dois renques, com 15 e 10 árvores em cada linha respectivamente, como mostram as Figuras 12 e 13.

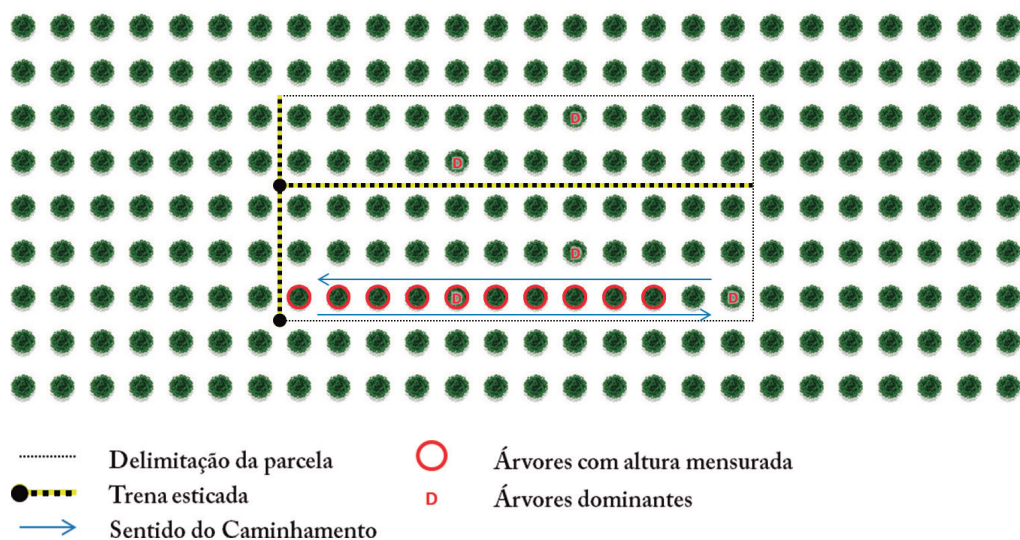


Figura 10 | Cultivo adensado ou monocultivo.

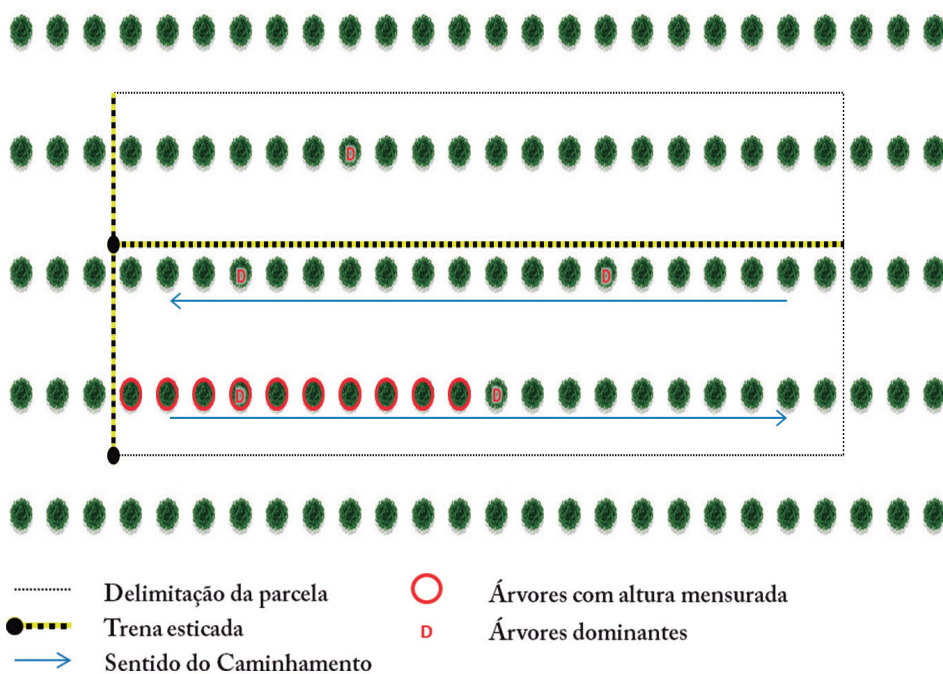


Figura 11 | iLPF com linhas simples.

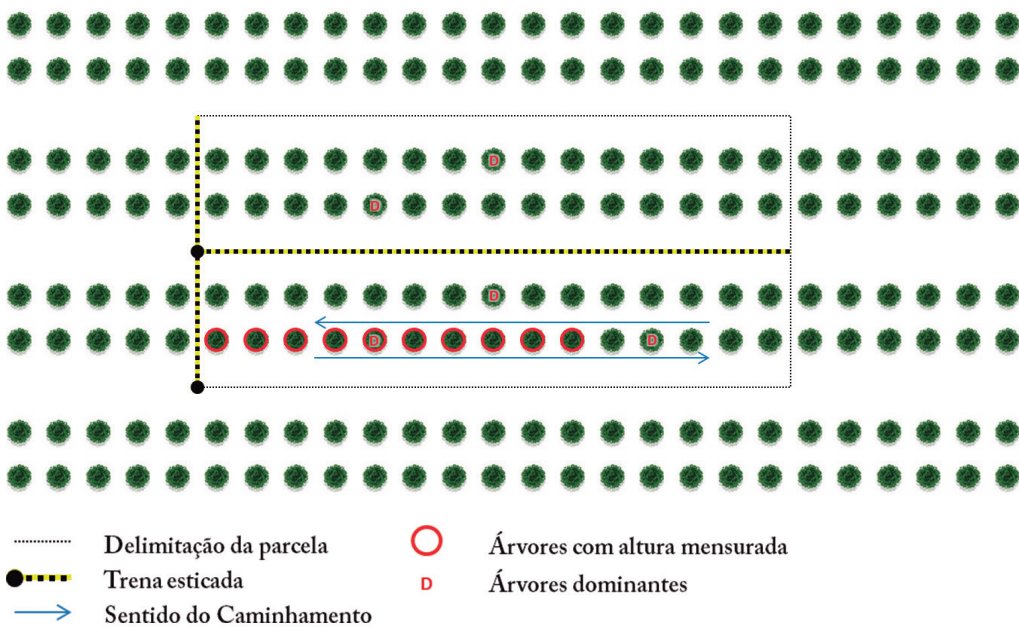


Figura 12 | iLPF com linhas duplas.

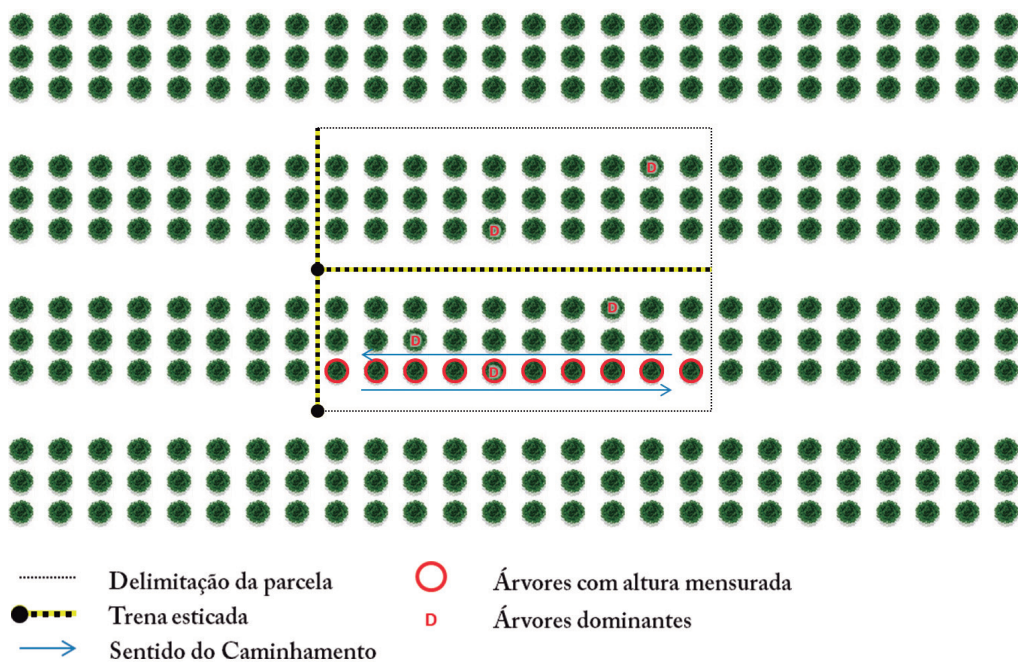


Figura 13 | iLPF com linhas triplas.

## B) Coleta de dados

Após a instalação da parcela amostral em campo, os dados coletados basearam-se em variáveis quantitativas e qualitativas. Para anotação dessas variáveis, utilizou-se uma planilha de campo (Anexo I), em que foram preenchidas as informações: unidade da federação, município, fazenda, data da avaliação, data do plantio, sistema silvicultural, talhão, coordenadas geográficas, material genético, espaçamento, número da parcela, tamanho da parcela (iLPF) e outras observações relevantes.

Para a coleta das variáveis quantitativas foram mensuradas dentro da parcela o diâmetro à altura do peito (DAP) de todas as árvores utilizando uma suta, as alturas totais das 10 primeiras árvores e das 5 árvores dominantes (ASSMANN, 1970) da parcela com o auxílio de um hipsômetro Vertex IV. No caso de alguma das árvores dominantes estar entre as 10 primeiras árvores já mensuradas, não era necessário

mensurar a altura de outras árvores, mensurava-se apenas as 10 primeiras árvores, e as demais dominantes.

Para a coleta das variáveis qualitativas todas as árvores dentro da parcela amostral foram avaliadas em relação à presença de anormalidades: como pragas, doenças, características que pudessem caracterizar o surgimento de um estresse hídrico em algum momento do desenvolvimento das plantas - como as bifurcações e formas de fuste, entre outros que somaram 48 variáveis observadas nas fichas de campo (Anexo I).

Concomitantemente a amostragem foi realizada a aplicação do questionário (Anexo II) de forma a conhecer melhor o manejo da propriedade e histórico dos povoamentos.

A Tabela 9 apresenta a lista das variáveis qualitativas de maior ocorrência, que representaram 90% dos problemas encontrados em campo.



Tabela 9 | Lista dos códigos de maior ocorrência e suas descrições para avaliação qualitativa da parcela.



1

#### **Falha**

Ausência de árvore ou toco na linha de plantio.



2

#### **Bifurcada abaixo do DAP**

Subdivisão do fuste principal abaixo do DAP.



3

#### **Torta acima do DAP**

Perda de dominância apical e estabelecimento de novo fuste.



4

#### **Torta na copa**

Tortuosidade na ponta da copa.



5

#### **Morta**

Árvore presente em estado de decomposição.



6

#### **Torta abaixo do DAP**

Brotações de galhos na parte inferior do tronco, causando angulação.





7

### **Bifurcada na copa**

Subdivisão do fuste principal na copa viva.



8

### **Menor que 1,30**

Indivíduos com altura inferior a 1,30m.



9

### **Cancro**

Morte dos tecidos da casca, por lesão margeada de calos.



10

### **Tombada**

Angulação diferente da vertical, geralmente pela ação dos ventos.



11

### **Pau preto**

Doença com presença de fissuras e escurecimento do tronco, com exsudação de líquido marrom-escuro, kino.



12

### **Trifurcada acima da copa**

Subdivisão do fuste principal em dois ou mais, na copa viva.

#### 4.1.6. Processamento dos Dados

A recomendação de espécies/clones para implantação de culturas florestais em monocultivo e iLPF no Bioma Cerrado foi baseada nos dados quantitativos e qualitativos coletados nas parcelas amostradas. Para tanto, os dados quantitativos provenientes do inventário foram processados e se obteve a predição da produção de cada espécie/clone em cada Dendrozona de Coleta de Dados.

Dentre as fases necessárias para o processamento do inventário, antes do início do processamento foi organizado um banco de dados com os dados qualitativos e quantitativos, bem como as informações referentes ao local da amostragem. O banco de dados foi elaborado no formato de planilha do Microsoft Excel contendo informações referente ao local e aos dados quantitativos e qualitativos, de acordo com os dados descritos no Anexo I.

Para a realização do processamento do inventário e consequentemente a predição da produção, foram realizadas quatro fases de processamento: (1) predição das alturas; (2) predição do volume; (3) predição do índice de sítio; e (4) predição da produção.

A Figura 14 apresenta o fluxograma de como os dados quantitativos foram agrupados em cada fase do processamento. As Fases 1 e 2 foram dadas, inicialmente, pela divisão à nível de espécie: eucaliptos, mogno africano, teca, cedro australiano e pinus. Posteriormente, a subdivisão continuou com base no método de coleta, sendo eles: método de coleta do projeto SiFlor (MC SiFlor, descrito no item 4.1.5) para os dados coletados pela equipe SiFlor em áreas de parceiros e, os demais métodos de coleta (MC 1, MC2, MC3, MC4 e MC5) para os dados cedidos

diretamente por parceiros. Por fim, no caso das espécies/clones de eucalipto foi também considerado o sistema silvicultural, devido o grande volume de dados e a maior variação do espaçamento por planta encontradas em áreas de monocultivo e iLPF amostradas.

Para as espécies mogno africano, cedro australiano, teca e pinus não houve necessidade de novos agrupamentos ou subdivisões nas demais fases, entretanto, para as espécies de eucaliptos, devido a maior quantidade de materiais genéticos (espécies/clones), volume de dados e a grande amplitude de espaçamento por planta, os dados foram reorganizados nas Fases 3 e 4, conforme a característica do processamento, a fim de melhorar a predição das variáveis.

Para o processamento dos dados na Fase 3, os oito subgrupos de eucalipto (Fases 1 e 2) foram agrupados em três grupos, considerando o sistema silvicultural e espaçamento de plantio, sendo eles: Euca 1 - parcelas de eucalipto em monocultivo com espaçamento de 4,5m<sup>2</sup> a 9m<sup>2</sup>; Euca 2 - parcelas de eucalipto em monocultivo com espaçamento de 9,03m<sup>2</sup> a 25m<sup>2</sup>; e Euca 3 - parcelas de eucalipto em iLPF.

Para a predição da produção (Fase 4) os grupos, denominados Euca 1 e Euca 3 na Fase 3, foram subdivididos considerando o material genético, da seguinte forma: a) individualmente por espécie/clone de eucalipto, quando os mesmos foram amostrados em pelo menos 30 parcelas e; b) os demais materiais amostrados, em menos de 30 parcelas, foram agrupados e chamado de "outros". No caso do Euca 2 (Fase 3), nenhum material ocorreu em pelo menos 30 parcelas, então não houve subdivisão para o processamento na Fase 4.

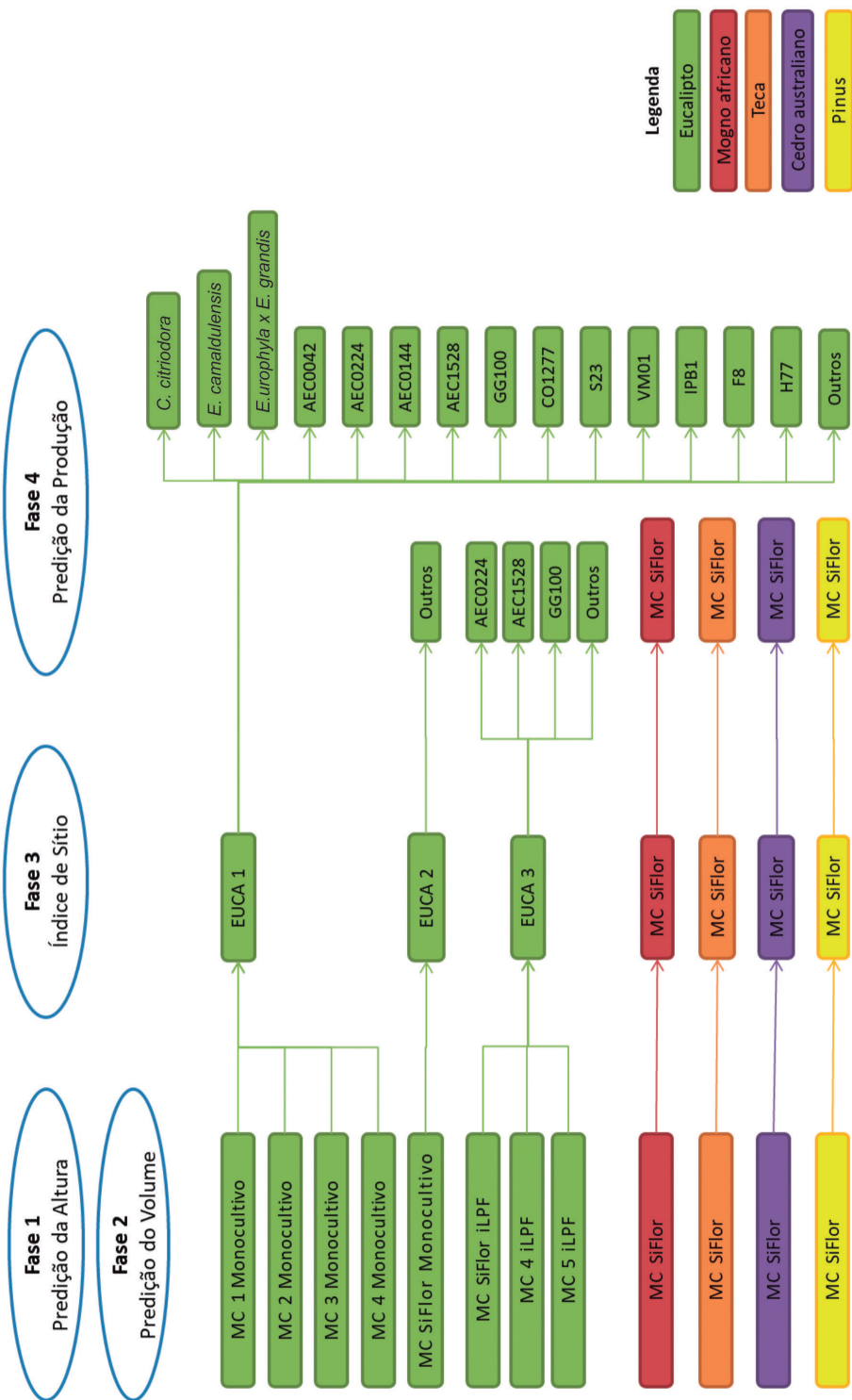


Figura 14 | Fluxograma referente à organização do processamento dos dados quantitativos.



A. Fase 1: Predição das alturas

Na realização da amostragem foram mensuradas as 10 primeiras árvores de cada parcela e as 5 árvores dominantes, conforme descrito no item 4.1.5. Para estimar as alturas das demais árvores realizou-se a predição das alturas a partir de equações hipsométricas.

Os dados foram divididos em doze grupos (Figura 14), e as predições das alturas foram realizadas com o auxílio do Software estatístico R (2017). Para cada um dos doze grupos ajustou-se o melhor

modelo de relação hipsométrica, observando como cada modelo se comportava na dispersão dos dados, em relação ao R² e erro padrão, quando necessário foi realizada a exclusão de dados discrepantes. Na Tabela 10, estão os modelos utilizados para a predição da altura.

No Anexo III está descrito o Script 1, utilizado para o processamento da predição das alturas dos grupos. Na Tabela 11 estão os modelos de relação hipsométrica escolhido para cada um dos grupos, R² e erro padrão respectivamente.

Tabela 10 | Lista dos modelos de relação hipsométrica utilizados para a predição das alturas.

Modelos de Relação Hipsométrica	Equação
Polinômio de 1º grau	$h = \beta_0 + \beta_1 * d + \varepsilon$
Polinômio de 2º grau	$h = \beta_0 + \beta_1 * d + \beta_2 * d^2 + \varepsilon$
Hiperbólico 3	$1/h = \beta_0 + \beta_1 (1/d) + \beta_2 (1/d^2) + \varepsilon$
Potência 1	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(d) + \varepsilon$
Potência 3	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(d/(1+d)) + \varepsilon$
Exponencial	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 (1/d) + \varepsilon$
Semilogarítmico	$h = \beta_0 + \beta_1 * \ln(d) + \varepsilon$

Tabela 11 | Modelos de relação hipsométrica, R<sup>2</sup> e Erro Padrão para cada grupo no processamento de predição das alturas.

Espécie	Grupo	Modelos de Relação Hipsométrica	R <sup>2</sup>	E
Eucalipto	MC 1 Monocultivo	Semi-logarítmico	0,95	1,036
	MC 2 Monocultivo	Semi-logarítmico	0,9111	1,569
	MC 3 Monocultivo	Potência 1	0,9881	0,0468
	MC 4 Monocultivo	Semi-logarítmico	0,8649	1,607
	MC SiFlor Monocultivo	Semi-logarítmico	0,9563	1,479
	MC SiFlor iLPF	Semi-logarítmico	0,9151	1,859
	MC 4 iLPF	Exponencial	0,9247	0,04754
	MC 5 iLPF	Exponencial	0,9695	0,06894
Mogno africano	MC SiFlor	Semi-logarítmico	0,947	1,048
Teca	MC SiFlor	Semi-logarítmico	0,7754	0,9835
Cedro australiano	MC SiFlor	Exponencial	0,9499	0,04855
Pinus	MC SiFlor	Polinômio de 2º grau	0,9683	1,268

## B. Fase 2: Volume predito

A predição do volume por hectare foi estimada na Fase 2 de processamento de dados, considerando as alturas estimadas na Fase 1 e os dados de diâmetro (DAP) mensurados em campo. Nesta Fase de processamento, manteve-se a mesma divisão dos dados, que na Fase anterior e o processamento foi realizado individualmente por parcela.

A seleção das equações de volume foi realizada com base em levantamentos bibliográficos (FIGUEIREDO FILHO et al., 2014), considerando os estudos realizados nas áreas correspondentes às Dendrozonas de Coleta de Dados e, quando disponível, para os materiais genéticos amostrados. Os critérios para adoção de uma equação de volume para as estimativas da parcela foram: 1) estar na mesma Dendrozona de Coleta de Dados; 2) distância relativa entre o local de estudo à parcela de campo; e 3) correspondência entre material genético (espécie/clone) do estudo e o material genético (espécie/clone) amostrado em campo.

Exceções na análise dos dados foram encontradas: 1) casos em que foram cedidos dados de cubagem rigorosa por parceiros do projeto SiFlor, e a partir destes, foi possível estimar os parâmetros e ajustar as equações de volume; 2) quando nenhuma equação da literatura se encaixava na situação amostrada foi utilizada a equação que considera o fator de forma; e 3) para as espécies *Khaya spp.*, *Tectona grandis* e *Toona ciliata*, em que não se encontrou em literatura equações específicas, foram utilizadas equações de volume provenientes dos softwares da Família SIS, produzidos pela EMBRAPA Florestas (EMBRAPA, 2019).

As equações utilizadas para a predição do volume estão na Tabela 12.

A equação de volume utilizada no processamento de dados respeitou as semelhanças entre as parcelas amostradas em campo, desta forma, uma mesma equação pode ter sido aplicada em diferentes grupos de parcelas.

Na Tabela 13 estão todos os grupos de dados que foram analisados com os respectivos códigos numéricos das equações que foram escolhidas para cada situação.

Tabela 12| Equações de volume utilizadas para predição do volume por hectare para cada grupo, com seus respectivos códigos, localidade e referência.

Código Equação	Modelo da Equação	Equação	Local	Autor do Ajuste da Equação
1	Volumétrico - Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,51703 + 1,90859 * \ln(d) + 1,22537 * \ln(h)$	Vitoria da Conquista, BA	Azevedo et al (2011)
2	Volumétrico - Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,00205 + 1,77697 * \ln(d) + 1,12096 * \ln(h)$	Região Nordeste da BA	Miranda (2012)
3	Volumétrico - Schumacher e Hall	$v = 0,00004 * d^{1,69978} * h^{1,21340}$	Rio Verde, GO	Leal (2013)
4	Volumétrico - Stoate	$v = 0,00466 + 0,00018 * d^2 + 0,00002 * d^2 * h - 0,00066 * h$	Cuiabá, MT	Silva (1999)
6	Volumétrico - Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -1,41061 + 1,81093 * \ln(d/100) + 0,99336 * \ln(h)$	Carbonita, MG	Guimarães (1985)
8	Volumétrico - Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,2202838444444 + 1,9335160888888 * \ln(d) + 1,05346946666667 * \ln(h)$	Martinho Campos, Carbonita, Coronel Fabriciano e Ponte Alta, MG	Oliveira (2007)
10	Schumacher e Hall (logarítmica)	$\ln(v) = -10,028 + 1,7767 * \ln(d) + 1,1336 * \ln(h)$	Nova Canaã do Norte, MT	Miranda, Junior & Gouveia (2015)
12	Naslund (modificado)	$v = 0,04273 + 0,0007396(d^2) - 0,01247 * \ln(h * d^2) + 0,00000122(d * h^2) + 0,000131(h^2)$	Dueré, TO	Andrade & Freitas (2014)
13	Logarítmica - Schumacher e Hall	$\ln(V) = -10,0286 + 1,7767 * \ln(-dap) + 1,1336 * \ln(ht)$	Nova Canaã do Norte, MT	Miranda et al (2015)
14	Equação Sis Cedro	$V = 7,854E-5 * d^2 * 0,50 * h$		Sis Cedro
15	Volumétrico Meyer	$v = -0,003457 + 0,003951d - 0,000208d^2 + 0,000255dh - 0,000037d^3h + 0,00387h$	Itararé, Itapeva, Itaberá, Coronel Macedo, Apiaí - SP	Fiates (1983)
16	Volumétrico Schumacher e Hall	$V = (0,00005d^{1,964469}) + (h^{0,973634})$	Região Sudoeste - SP	Scolforo (1990)
17	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,5484 + 2,0453\ln(-d) + 0,9399\ln(h)$	Nova Ponte - MG	Carvalho (2010)
18	Equação Sis Teca	$V = 7,854E-5 * d^2 * 0,42 * h$		Sis Teca
19	Equação Sis Mogno	$V = 7,854E-5 * d^2 * 0,5428 * h$		Sis Mogno
20	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,83068813802475 + 1,64129393895181 \ln(d) + 1,17265111360763 \ln(h)$	Santa Rita do Trivelato - MT	Cubagem Parceiro 2
21	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -11,3699333769869 + 2,03735706800957 \ln(d) + 1,30328098428744 \ln(h)$	Santa Rita do Trivelato - MT	SiFlor
22	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,7185 + 1,795903 \ln(d) + 0,994564 \ln(h)$	Santa Rita do Trivelato - MT	SiFlor
23	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,6032 + 1,995722 \ln(d) + 0,808866 \ln(h)$	Santa Rita do Trivelato - MT	SiFlor
24	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,95059765736062 + 2,06739117119717 \ln(d) + 0,833618892322993 \ln(h)$	Santa Rita do Trivelato - MT	SiFlor
25	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,1459 + 1,708299 \ln(d) + 1,227245 \ln(h)$	Santa Rita do Trivelato - MT	SiFlor

Código Equação	Modelo da Equação	Equação	Local	Autor do Ajuste da Equação
26	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,74042884383547 + 1,71524555028082 \ln(d) + 1,09090656469018 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
27	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,93136065943854 + 1,92230970124981 \ln(d) + 0,976147935500794 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
28	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,3912224320109 + 1,76192764518934 \ln(d) + 0,934488912592719 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
29	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,98336 + 1,825581 \ln(d) + 1,08681 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
30	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,92358711630068 + 1,80234689126028 \ln(d) + 1,06050684181052 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
31	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,9570176495332 + 1,81753699330253 \ln(d) + 1,36699125087461 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
32	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,4054306529997 + 1,96410831246806 \ln(d) + 1,07983814177886 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
33	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,4586355168403 + 2,00603475278012 \ln(d) + 1,07469516958839 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
34	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,1271259925194 + 1,70752968671753 \ln(d) + 1,2125053687773 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
35	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,93246350313522 + 1,75487070019387 \ln(d) + 1,11163303981051 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
36	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,82495654305917 + 1,59202380097456 \ln(d) + 1,2176436935981 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
37	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,3512307294984 + 1,72367808789081 \ln(d) + 1,27402404228636 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
38	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,0045346400507 + 1,94261054672754 \ln(d) + 0,980653812089026 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
39	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,2736120063007 + 1,7669881674528 \ln(d) + 1,21658165019792 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
40	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,69200706239801 + 1,80870027247751 \ln(d) + 0,990287107485609 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
41	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,683582825292 + 1,12745510692463 \ln(d) + 1,92358872029797 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
42	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,50809229232902 + 1,95841621525017 \ln(d) + 0,784068301560998 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
43	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,0202512689548 + 1,75255870478827 \ln(d) + 1,14658138593003 \ln(h)$	Dom Aquino - MT	SiFlor
44	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,0630378817696 + 1,83994598260061 \ln(d) + 1,09246498041314 \ln(h)$	Sinop - MT	SiFlor

Código Equação	Modelo da Equação	Equação	Local	Autor do Ajuste da Equação
45	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,64803060058389 + 1,82068899117546 \ln(d) + 0,983358917863206 \ln(h)$	Sinop - MT	SiFlor
46	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,47867 + 1,908909 \ln(d) + 0,839437 \ln(h)$	Sto. Antonio do Leverger - MT	SiFlor
47	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,50085502104415 + 1,20698457454769 \ln(d) + 1,49551513775885 \ln(h)$	Sto. Antonio do Leverger - MT	SiFlor
48	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,67974608544699 + 1,79432970072089 \ln(d) + 1,01325860987475 \ln(h)$	Sto. Antonio do Leverger - MT	SiFlor
49	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,3436616656585 + 2,19690416666191 \ln(d) + 0,849544558710069 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
50	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,68094501458679 + 1,59555441238542 \ln(d) + 1,16205931674061 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
51	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,1582862940727 + 1,99366058024477 \ln(d) + 0,97744834546026 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
52	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,77544979084997 + 1,9838113308177 \ln(d) + 0,876013609927947 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
53	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -11,5856012164613 + 2,18157508943719 \ln(d) + 1,24011016994318 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
54	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,0451072116615 + 1,9249650587069 \ln(d) + 1,01787938493147 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
55	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,5177042559235 + 2,03971477763349 \ln(d) + 1,05343340885312 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
56	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,8545099520891 + 1,67253341120468 \ln(d) + 1,13136483682741 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
57	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,8971851356242 + 1,69962916995011 \ln(d) + 1,46328986191665 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
58	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,76627826033829 + 1,89802138298157 \ln(d) + 0,925299097313886 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
59	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,53909616209174 + 1,6058243960825 \ln(d) + 1,1138895671269 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
60	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,6275884108187 + 1,99675922495338 \ln(d) + 0,806294528095327 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
61	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,8557611882706 + 2,04954951876366 \ln(d) + 1,14520838614233 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
62	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,92376262289676 + 1,753227480034 \ln(d) + 1,12209558807833 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor
63	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,86937695698289 + 1,88911336075158 \ln(d) + 0,98370017689657 \ln(h)$	Rosário Oeste - MT	SiFlor

Código Equação	Modelo da Equação	Equação	Local	Autor do Ajuste da Equação
64	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,42880598217879 + 1,76108717874471 \ln(d) + 0,953350980403689 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
65	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,7725441445272 + 1,69152125358354 \ln(d) + 1,12184907948712 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
66	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,4108665364003 + 1,96772848436421 \ln(d) + 1,10195879733838 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
67	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,29146 + 1,884461 \ln(d) + 0,799398 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
68	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,4146076568917 + 1,94950418091631 \ln(d) + 1,11202070431955 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
69	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,4758428753521 + 2,00130801223038 \ln(d) + 1,05473616734208 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
70	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,0002 + 1,865047 \ln(d) + 1,038078 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
71	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,1782021957934 + 1,46021310674001 \ln(d) + 1,45246717850574 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
72	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,417292004696 + 1,92785252938048 \ln(d) + 1,11121670065238 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
73	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,3246683601208 + 1,85898477054208 \ln(d) + 1,15823427479377 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
74	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,0688532824902 + 2,18358554183469 \ln(d) + 0,774187945526774 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
75	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,0613597404227 + 1,81484306018435 \ln(d) + 1,09864787203889 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
76	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,58293054553376 + 1,86497367560553 \ln(d) + 0,90157445009415 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
77	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,2093407921985 + 1,90215188992585 \ln(d) + 1,09686062789027 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
78	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,72831509144784 + 1,87652219784786 \ln(d) + 0,933684511151091 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
79	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,1680171201127 + 1,65985481400078 \ln(d) + 1,26754862325732 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
80	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,86411 + 1,816645 \ln(d) + 1,038376 \ln(h)$	Cáceres, MT	SiFlor
81	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,47263132544891 + 1,82103594631264 \ln(d) + 0,909419799100529 \ln(h)$	Tapurah, MT	SiFlor
82	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,81835265206552 + 1,89931663663923 \ln(d) + 0,96485049657823 \ln(h)$	Chapada dos Guimarães, MT	SiFlor



Código Equação	Modelo da Equação	Equação	Local	Autor do Ajuste da Equação
83	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,83812192800393 + 1,79668806729903 \ln(d) + 1,07016194712624 \ln(h)$	Brasnorte, MT	SiFlor
84	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,3546332933991 + 1,75099248543983 \ln(d) + 1,26757766042229 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
85	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,9489131602144 + 1,70015297179231 \ln(d) + 1,52990028060265 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
86	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,55392685938043 + 1,53525221436401 \ln(d) + 1,19464227368914 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
87	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,4921236926783 + 1,47378589035487 \ln(d) + 1,59681523696052 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
88	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -13,8887567820179 + 0,900813299920499 \ln(d) + 3,10216537354483 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
89	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -13,4712438956174 + 2,75304825904583 \ln(d) + 1,37380776736287 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
90	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,541 + 1,902 \ln(d) + 1,199 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
91	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,29508707040098 + 1,89432203190719 \ln(d) + 0,767352937726571 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
92	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,41271416547415 + 1,63218557729425 \ln(d) + 1,08285942601892 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
93	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -7,79778499362314 + 2,12073371529941 \ln(d) + 0,063604329057579 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
94	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -7,96579430058373 + 2,12430979918001 \ln(d) + 0,106619425075306 \ln(h)$	Correntina, BA	SiFlor
95	Volumétrico - Spurr (Logarítmico)	$\ln(v) = -4,18447 + 0,899995 * \ln(d^2 * h)$	Santa Rita do Passa Quatro, SP	Garcia Corradine e Alvarenga (1991)
96	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = 0,000034 + 1,714549 \ln(d) + 1,26014 \ln(h)$	Altinópolis, SP	Silva (2005)
97	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,049 + 1,86365 \ln(d) + 1,0436 \ln(h)$	Mogi Guaçu, SP	Hakamada (2012)
98	Spurr (Variável combinada)	$v = 0,001 * (-24,3846 + 0,03589 d^2 * h)$	Itapetininga, Angatuba, Itatinga, Bofete, Botucatu e Pardinho	Couto e Bastos (1987)
99	Modelo 22 (Stepwise)	$v = 0,001 * (-38,9699 + 0,02206 d^2 h + 0,36273 d^2)$	Itapetininga, Angatuba, Itatinga, Bofete, Botucatu e Pardinho	Couto e Bastos (1987)
100	Modelo 30 (Stepwise)	$v = 0,001 * (-72,1906 + 5,55969 d + 0,03029 d^2 h)$	Itapetininga, Angatuba, Itatinga, Bofete, Botucatu e Pardinho	Couto e Bastos (1987)
101	Modelo 33 (Stepwise)	$v = 0,001 * (-29,8913 + 0,04063 d^2 h)$	Sarapuí, Salto de Pirapora, São Miguel Arcanjo, Pilar do Sul, Angatuba, Itapetininga	Couto e Bastos (1987)

Código Equação	Modelo da Equação	Equação	Local	Autor do Ajuste da Equação
102	Modelo 34 (Stepwise)	$v = 0,001 * (-26,0636 + 0,03752 d^{\wedge}2 h)$	Sarapui, Salto de Pirapora, São Miguel Arcanjo, Pilar do Sul , Angatuba, Itapetininga	Couto e Bastos (1987)
103	Modelo 41 (Stepwise)	$v = 0,001 * (-77,5979 + 5,72869 d + 0,03183 d^{\wedge}2 h)$	Itapetininga, Angatuba, Itatinga, Bofete, Botucatu e Pardinho	Couto e Bastos (1987)
104	Modelo 42 (Stepwise)	$v = 0,001 * (-83,1733 + 7,11447 d + 0,0291 d^{\wedge}2 h)$	Sarapui, Salto de Pirapora, São Miguel Arcanjo, Pilar do Sul , Angatuba, Itapetininga	Couto e Bastos (1987)
105	Volumétrico - Spurr (Variável combinada)	$v = 0,01512 + 0,00001 (d^{\wedge}2 * h)$	Brasília, DF	Ribeiro (2011)
106	Volumétrico - Takata	$v = (d^{\wedge}2 * h) / (24858,7 + 94,578 * d)$	Rio Verde, GO	Miguel et al. (2010)a
107	Volumétrico - Takata	$v = (d^{\wedge}2 * h) / (29466,24 + 10,97597 * d)$	Niquelândia, GO	Miguel (2009)
108	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,286 + 1,7531 \ln(d) + 1,20149 \ln(h)$	Mineiros, GO	Leite et al. (2011)
109	Volumétrico Schumacher e Hall	$v = 0,00004 * d^{\wedge}1,69978 * h^{\wedge}1,2134$	Rio Verde, GO	Leal, Miguel e Matricardi (2011)
110	Volumétrico Schumacher e Hall	$v = 0,000029 * d^{\wedge}1,91777 * h^{\wedge}1,12102$	Paraopeba, MG	Carvalho (2010)
111	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -11,7201680678081 + 1,71676971629889 \ln(d) + 1,66660252758349 \ln(h)$	Jaciara, MT	SiFlor
112	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -8,1645348356343 + 1,79894647886437 \ln(d) + 0,58684724406822 \ln(h)$	Jaciara, MT	SiFlor
113	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -7,0052417118113 + 1,68450012778008 \ln(d) + 0,330865256525498 \ln(h)$	Jaciara, MT	SiFlor
114	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -8,99592559558845 + 1,93494346150282 \ln(d) + 0,649770457979927 \ln(h)$	Jaciara, MT	SiFlor
115	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -8,34738768346036 + 1,86090002238649 \ln(d) + 0,587106718344832 \ln(h)$	Jaciara, MT	SiFlor
116	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,085381290909 + 1,60214823459684 \ln(d) + 1,3122111333486 \ln(h)$	Jaciara, MT	SiFlor
117	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,5134269081544 + 1,60638333807749 \ln(d) + 1,42442405863832 \ln(h)$	Jaciara, MT	SiFlor
118	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,5134269081544 + 1,60638333807749 \ln(d) + 1,42442405863832 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
119	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,9706918859855 + 1,72052711817237 \ln(d) + 1,52971785183422 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
120	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,8793534643356 + 1,68253435392271 \ln(d) + 1,51212866671203 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
121	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -11,1575361554776 + 1,67894073403614 \ln(d) + 1,61614457667157 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor

Código Equação	Modelo da Equação	Equação	Local	Autor do Ajuste da Equação
122	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,9334341160202 + 2,00995561280569 \ln(d) + 0,923435343461698 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
123	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -8,6225667517758 + 2,36350040266856 \ln(d) + 0,139631573179875 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
124	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -11,1899938541372 + 1,50847557655215 \ln(d) + 1,79001573870381 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
125	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,44484185431364 + 2,00878659014608 \ln(d) + 0,703086122413427 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
126	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,8684395162631 + 1,41677522907384 \ln(d) + 1,75438208076419 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
127	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,34756661948639 + 2,12718893790452 \ln(d) + 0,571753203890255 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
128	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,2680563357161 + 1,80121628321316 \ln(d) + 1,18425740018071 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
129	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,5740274782661 + 1,10281487814813 \ln(d) + 1,88235918880088 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
130	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,90468601970306 + 1,72189474434915 \ln(d) + 1,12855288111449 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
131	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,95188825654101 + 1,79562942935509 \ln(d) + 1,08784889990511 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
132	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,1529210547883 + 2,01287897487339 \ln(d) + 0,967297030454473 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
133	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,7735582517063 + 1,82765808701598 \ln(d) + 1,34054579302744 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
134	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,6663743995952 + 1,66148116681979 \ln(d) + 1,46227718908276 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
135	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,7079570806569 + 1,80472830585966 \ln(d) + 1,34110941589631 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
136	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -9,46569949380544 + 1,75891499184617 \ln(d) + 0,916288102793075 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
137	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,0365799282185 + 1,9134563194891 \ln(d) + 1,00905068146743 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
138	Volumétrico Schumacher e Hall (Linearizado)	$\ln(v) = -10,15905427875 + 1,84914554270853 \ln(d) + 1,11188517788465 \ln(h)$	Itatinga, SP	SiFlor
999	Fator de Forma	$3,14159265359/40000 * d^2 * h * 0,43$		SiFlor

Tabela 13 | Código das equações de volume utilizadas para predição do volume por hectare para cada grupo.

Grupo	Sistema Silvicultural	Estado	Espécie	Materiais Genéticos	Códigos das equações
MC1	Monocultivo	GO	Eucalipto	AEC0144	116
MC1	Monocultivo	GO	Eucalipto	AEC0182	117
MC1	Monocultivo	GO	Eucalipto	AEC1528	117
MC1	Monocultivo	GO	Eucalipto	CO1277	30
MC1	Monocultivo	GO	Eucalipto	CO1407	3
MC1	Monocultivo	GO	Eucalipto	EUCA103	26
MC1	Monocultivo	GO	Eucalipto	GG100	31
MC1	Monocultivo	GO	Eucalipto	IPB1	29
MC1	Monocultivo	GO	Eucalipto	IPB2	3
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	AEC0042	32, 54
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	AEC0144	40, 61
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	AEC0224	41, 62
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	C219	36, 57
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	CO1277	30, 68, 111
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	<i>Corymbia citriodora</i>	22, 34, 70
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	EUCA103	26, 49
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	EUCA105	27, 50, 64
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	EUCA608	51
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	4, 44, 56
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	<i>Eucalyptus urophylla</i>	33, 81
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	<i>Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis</i>	10, 13, 46, 76
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	F11 Copener	38, 59, 73
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	F8 Copener	37, 58, 72
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	GG100	31, 53, 69
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	H77	39, 60
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	IPB1	29, 52, 67
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	S23	20, 28, 66
MC2	Monocultivo	MT	Eucalipto	VM01	21, 42, 75
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	A08	117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	A217	117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	AEC0144	116
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	AEC0042	32

Grupo	Sistema Silvicultural	Estado	Espécie	Materiais Genéticos	Códigos das equações
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	AEC0224	41, 108
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	AEC1528	117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	Acetalyptus 1404	117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	C219	117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	CO1277	68, 117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	CO1407	108
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	F45	117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	GG100	108
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	GG157	108
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	H77	117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	IPB1	29, 108
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	IPB2	108
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	VCC865	117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	VCC975	117
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	VE41	76
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	VM01	114
MC3	Monocultivo	MS	Eucalipto	VM05	108
MC4	Monocultivo	MT	Eucalipto	AEC0144	61
MC4	Monocultivo	MT	Eucalipto	CO1277	68
MC4	Monocultivo	MT	Eucalipto	IPB1	52
MC4	Monocultivo	MT	Eucalipto	GG100	53
MC4	Monocultivo	MT	Eucalipto	VM02	63
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	A08	117
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	A58	117
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	AEC0042	3
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	AEC0144	85, 116
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	AEC0224	41, 86, 105
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	AEC1528	84, 117
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	CO1277	90, 117
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	<i>Corymbia citriodora</i>	117
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	GG100	3, 31, 88
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	GG157	107
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	IPB1	3, 29
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	PL3487	117
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Eucalipto	VM58	90

Grupo	Sistema Silvicultural	Estado	Espécie	Materiais Genéticos	Códigos das equações
MC SiFlor	Monocultivo	MA	Eucalipto	EC01	63, 80
MC SiFlor	Monocultivo	MA	Eucalipto	EC02	63
MC SiFlor	Monocultivo	MA	Eucalipto	KL102	80
MC SiFlor	Monocultivo	MA	Eucalipto	KL103	80
MC SiFlor	Monocultivo	MA	Eucalipto	KL104	63
MC SiFlor	Monocultivo	MA	Eucalipto	KL105	63
MC SiFlor	Monocultivo	MA	Eucalipto	MA2000	80
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Eucalipto	A211	117
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Eucalipto	A217	117
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Eucalipto	AEC0144	40, 61, 116
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Eucalipto	CO1277	30
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Eucalipto	GG157	3
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Eucalipto	GG680	117
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Eucalipto	IPB1	3, 29, 52
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Eucalipto	VM01	21, 42
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC0020	8
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC0043	6
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC0144	8, 85
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC0224	1, 8, 86
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC1528	6
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC2034	8
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC2111	110
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC2197	110
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC2233	110
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	AEC2475	8
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	CMM58	8
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	<i>Corymbia citriodora</i>	117
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	<i>Eucalyptus cloesiana</i>	8
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Eucalipto	GG100	8, 88
MC SiFlor	Monocultivo	PI	Eucalipto	EC01	8, 80, 999
MC SiFlor	Monocultivo	PI	Eucalipto	EC02	999
MC SiFlor	Monocultivo	PI	Eucalipto	KL102	8, 999
MC SiFlor	Monocultivo	PI	Eucalipto	KL103	8, 999
MC SiFlor	Monocultivo	PI	Eucalipto	MA2000	8, 999
MC SiFlor	Monocultivo	PI	Eucalipto	MA2001	80, 999



Grupo	Sistema Silvicultural	Estado	Espécie	Materiais Genéticos	Códigos das equações
MC SiFlor	Monocultivo	PI	Eucalipto	SUZMA2015	999
MC SiFlor	Monocultivo	PI	Eucalipto	SUZMA2022	8, 999
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i>	103
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i>	103, 128
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	GG100	118
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	AEC0224	120
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	AG14	121
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	AEC0042	122
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	H77	123
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	074	124
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	058	125
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	4624	126
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	127
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	CO1277	129
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	C219	130
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	EUCA608	131
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	EUCA433	132
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	AEC0144	133
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	078	134
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	052	135
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	136
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	CO0321	137
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	138
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	H23	97
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Eucalipto	IPB1	97, 119
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	A217	94
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	AEC0144	80, 85
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	AEC0224	86
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	CO0321	80
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	CO1277	80, 117
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	<i>Corymbia citriodora</i>	12
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	80, 90
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	<i>Eucalyptus urophylla</i>	107

Grupo	Sistema Silvicultural	Estado	Espécie	Materiais Genéticos	Códigos das equações
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>	90
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	MA2001	80, 94
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	SUZA1250	80
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Eucalipto	VM01	89
MC SiFlor	iLPF	MT	Eucalipto	AEC0144	61
MC SiFlor	iLPF	MT	Eucalipto	IPB1	52
MC SiFlor	iLPF	GO	Eucalipto	AEC0042	3
MC SiFlor	iLPF	TO	Eucalipto	A217	90
MC SiFlor	iLPF	TO	Eucalipto	AEC0144	85
MC SiFlor	iLPF	TO	Eucalipto	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>	80
MC SiFlor	iLPF	TO	Eucalipto	GG100	91
MC SiFlor	iLPF	TO	Eucalipto	VE38	90
MC SiFlor	iLPF	TO	Eucalipto	VM01	89
MC4	iLPF	MT	Eucalipto	CO1277	68
MC4	iLPF	MT	Eucalipto	IPB1	52
MC4	iLPF	MT	Eucalipto	VM02	63
MC5	iLPF	BA	Eucalipto	AEC0042	107
MC5	iLPF	BA	Eucalipto	AEC0144	85
MC5	iLPF	BA	Eucalipto	AEC0224	86 e 93
MC5	iLPF	BA	Eucalipto	AEC1528	84 e 92
MC5	iLPF	BA	Eucalipto	Clone 58	94
MC5	iLPF	BA	Eucalipto	Clone 62	87
MC5	iLPF	BA	Eucalipto	GG100	88 e 91
MC5	iLPF	BA	Eucalipto	V550	94
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Cedro	BV1110	14
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Cedro	BV1120	15
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Cedro	BV1121	16
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Cedro	BV1210	17
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Cedro	BV1321	18
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Cedro	<i>Toona ciliata</i>	19
MC SiFlor	iLPF	MT	Teca	<i>Tectona grandis</i>	18
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Teca	<i>Tectona grandis</i>	18
MC SiFlor	Monocultivo	GO	Mogno	<i>Khaya ivorensis</i>	19
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Mogno	<i>Khaya ivorensis</i>	19

Grupo	Sistema Silvicultural	Estado	Espécie	Materiais Genéticos	Códigos das equações
MC SiFlor	Monocultivo	MT	Mogno	<i>Khaya senegalensis</i>	19
MC SiFlor	iLPF	MT	Mogno	<i>Khaya anthotheca</i>	19
MC SiFlor	iLPF	MT	Mogno	<i>Khaya ivorensis</i>	19
MC SiFlor	iLPF	MT	Mogno	<i>Khaya senegalensis</i>	19
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Mogno	<i>Khaya ivorensis</i>	19
MC SiFlor	iLPF	MG	Mogno	<i>Khaya ivorensis</i>	19
MC SiFlor	iLPF	MG	Mogno	<i>Khaya senegalensis</i>	19
MC SiFlor	Monocultivo	TO	Mogno	<i>Khaya senegalensis</i>	19
MC SiFlor	Monocultivo	MG	Pinus	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	17
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Pinus	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus elliottii</i>	15
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Pinus	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus tecunumanii</i>	17
MC SiFlor	Monocultivo	SP	Pinus	<i>Pinus elliottii</i>	15

Os volumes foram preditos com o auxílio do Software R (2017) conforme descrito no Script 2 (Anexo IV), bem como determinadas as informações que caracterizam as parcelas, para posterior análise (Tabela 14).

Tabela 14 | Relação das informações geradas por parcela suas respectivas unidades.

Caracterização das parcelas	Unidade
Número de Árvores	árvore
Volume	m³
Média do DAP	cm
Desvio Padrão do DAP	cm
Média das Alturas	m
Área Basal	m²
Altura Média das Árvores Dominante	m
Número de Árvores por hectare	árvore/ha
Volume por hectare	m³/ha
Área Basal por hectare	m²/ha

### C. Fase 3: Índice de Sítio

Após a predição dos volumes por hectare, a próxima fase do processamento foi a predição do Índice de Sítio, Fase 3. Os dados foram agrupados em sete grupos de acordo com a espécie, sistema silvicultural e espaçamentos de plantio, Figura 14.

Após a divisão dos grupos para o processamento do Índice de Sítio, foram estabelecidas as idades de referência para cada um dos grupos. Essas idades, descritas na Tabela 15, foram baseadas no ciclo de rotação de cada espécie que compõem o escopo do projeto.

Tabela 15. | Idade referência para predição do Índice de Sítio de cada grupo.

Grupo	Idade referência (anos)
Cedro	10
Teca	15
Pinus	15
Mogno	12
EUCA 1	5
EUCA 2	5
EUCA 3	5

Para as estimativas dos Índices de Sítio, considerando os grupos citados na Tabela 15, assumiu-se como modelo mais indicado o modelo de Shumacher (SCHUMACHER; HALL, 1933):

$$\ln (H_d) = \beta_0 + \beta_1 \left( \frac{1}{I} \right)$$

Ajustada para a expressão:

$$\ln (S) = \ln (H_d) \beta_1 + \left( \frac{1}{I} - \frac{1}{I_R} \right)$$

(*H<sub>d</sub>*) = Média das alturas dominantes

I = Idade em anos;

I<sub>R</sub> = Idade referência

O passo seguinte foi ajustar os dados ao método da curva-guia, para expressar a capacidade produtiva dos locais. Portanto, a predição do Índice de Sítio foi calculada através do Script 3 (Anexo V) utilizando o Software R (2017).

D. Fase 4: Modelos de Produção

A predição da produção é realizada seguindo a organização ilustrada na Fase 4 do fluxograma, Figura 14. Para tal, utilizou-se o Índice de Sítio calculado na Fase 3, juntamente com as idades de corte, baseadas no ciclo de rotação de cada espécie que compõem o escopo do projeto, Tabela 16.

Dessa forma, os dados projetados de índice de sítio, juntamente com a idade de corte e área basal por hectare de cada parcela (estimadas na Fase 2) foram utilizados no modelo de Shumacher (Tabela 17).

Os dados foram então ajustados e, após a eliminação de observações influentes (dados que influenciam de forma negativa a predição, superestimando-a ou subestimando-a) projetou-se a área basal (Tabela 17), na idade de corte de cada espécie, estimando o Incremento Médio Anual (IMA). O processamento foi realizado no Software R conforme o Script 4, Anexo VI.

E. Dados Qualitativos

Os dados qualitativos observados em campo foram organizados em planilha formato Excel, a nível de árvore, seguindo os códigos e suas respectivas observações, conforme apresentado na Tabela 18. Os valores foram importados e agregados à nível de parcela e foram calculadas as porcentagens de cada ocorrência utilizando o Software R (2017).

Tabela 16 | Idade de corte para predição da produção de cada grupo.

Grupo	Idade de corte (anos)
Cedro	12
Teca	20
Pinus	20
Mogno	20
EUCA 1	7
EUCA 2	7
EUCA 3	7

Tabela 17 | Equações utilizadas para a predição da produção e IMA para cada espécie. Sendo: S: Índice de Sítio; G: Área Basal; I: Idade de corte.

Equações para Predição da Produção	
Modelo Schumacher	$\ln(V) = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 \ln(G) + \beta_3 (1/I)$
Área Basal	$\ln(G) = \beta_0 + \beta_1 \ln(1/I)$

Tabela 18 | Lista com os códigos e as descrições de cada observação realizada a nível de árvore, em campo.

Código	Observação Qualitativa
1	Falha
2	Morta
3.1	Bifurcada abaixo do DAP
3.2	Bifurcada acima do DAP
3.3	Bifurcada na copa
4.1	Trifurcada abaixo do DAP
4.2	Trifurcada acima do DAP
4.3	Trifurcada na copa
5.1	Polifurcada abaixo do DAP
5.2	Polifurcada acima do DAP
5.3	Polifurcada na copa
6.1	Quebrada abaixo do DAP
6.2	Quebrada acima do DAP
6.3	Quebrada na copa (ponteiro)
7	Tombada
8	Caída
9	Rebrota
10	Replantio
10.1	Replantio na entrelinha
11	Retorcida
12.1	Torta abaixo do DAP
12.2	Torta acima do DAP
12.3	Torta na copa
12.4	Torta ao longo do fuste
13	Dano mecânico
14	Fissura
15	Troca de clone
16	Seca de ponteiro
17	Deficiência nutricional
18.1	Pau preto
18.2	Cancro
18.3	Outra doença
19.1	Percevejo bronzeado
19.2	Psilídeo de concha
19.3	Vespa da galha
19.4	Cupim de solo
19.5	Cupim arborícula
19.6	Lagarta desfolhadora
19.7	Bicho do cesto
19.8	Formiga
19.9	Besouro Amarelo
19.10	Gorgulho do eucalipto
20	Herbivoria
21	Desbaste

4.2. Síntese das prospecções de campo

O Projeto SiFlor Cerrado gerou um banco de dados para as espécies arbóreas eucalipto, pinus, mogno africano, cedro australiano e teca amostradas no Bioma Cerrado. A partir das prospecções de campo realizadas foram amostradas 1.796 parcelas, resultando em um conjunto de informações quantitativas e qualitativas de 88 espécies/clones. Dados estes coletados em 66 municípios entre os Estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Piauí, São Paulo e Tocantins.

Dentre as 1.796 parcelas que compõem o banco de dados, o Estado do Mato Grosso apresenta 39,3% desse total, com 706 parcelas amostradas, seguido pela Bahia e Goiás, com 14,6% e 14,2% de parcelas amostradas respectivamente.

A Tabela 19 apresenta os percentuais de parcelas amostradas por gênero/espécie nos sistemas silviculturais mo-

nocultivos e iLPF. É visto que a maior parte dos cultivos estão em monocultivo, o que reflete as amostragens realizadas. Destaque deve ser dado às culturas do cedro australiano e pinus, em que 100% das áreas prospectadas estão em monocultivos.

Com relação ao número de parcelas por gênero/espécie, foram amostradas seis espécie/clones de Cedro australiano, três espécies de Mogno africano, dois híbridos e duas espécies de Pinus e a espécie *Tectona grandis* (Teca), nas proporções de parcelas apresentadas na Tabela 20.

Entre os eucaliptos, nove espécies/clones representam 60% das parcelas amostradas do gênero, as demais 65 espécies/clones amostradas representam 40% do número de parcelas (Tabela 21). Demonstrando que poucos materiais são plantados em larga escala no país, sendo que os mais encontrados ao longo das prospecções de campo foram: AEC0144, AEC1528, AEC0224, GG100, IPB1, Corymbia citriodora, CO1277, VM01 e AEC0042.

Tabela 19 | Distribuição percentual das parcelas amostradas por gênero/espécie nos sistemas silviculturais: monocultivo e iLPF.

Gênero/Espécie	iLPF	Monocultivo	Total Geral
Cedro australiano	**	100,0%	100,0%
Eucalipto	18,8%	81,2%	100,0%
Mogno africano	23,8%	76,2%	100,0%
Pinus	**	100%	100,0%
Teca	60,0%	40,0%	100,0%
Total Geral	18,0%	82,0%	100,0%

\*\* Não possui dados nesse sistema silvicultural.



Tabela 20 | Distribuição percentual das parcelas por espécie (Cedro australiano, Mogno africano, Pinus e Teca) e seus respectivos materiais genéticos inventariados.

Espécie	Espécie/Clone	Parcelas (%)
Cedro australiano	BV 1321	29,4%
	BV 1110	29,4%
	BV 1120	23,5%
	BV 1210	5,9%
	<i>Toona ciliata</i> M. Roem.	5,9%
	BV 1121	5,9%
	<b>Total</b>	<b>100%</b>
Mogno africano	<i>Khaya anthotheca</i> C. DC.	1,6%
	<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.	65,1%
	<i>Khaya senegalensis</i> A. Juss	33,3%
	<b>Total</b>	<b>100%</b>
Pinus	<i>Pinus elliottii</i>	53,5%
	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus elliottii</i>	19,7%
	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus tecunumanii</i>	14,1%
	<i>Pinus caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	12,7%
	<b>Total</b>	<b>100%</b>
Teca	<i>Tectona grandis</i>	100%
	<b>Total</b>	<b>100%</b>

Tabela 21 | Distribuição percentual das parcelas amostradas de eucalipto.

Espécie/Clone	Parcelas (%)
AEC0144	11,56%
AEC1528	10,03%
AEC0224	8,93%
GG100	7,28%
IPB1	7,28%
<i>Corymbia citriodora</i>	4,77%
CO1277	3,85%
VM01	2,81%
AEC0042	2,69%
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>	2,45%
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	2,32%
IPB15	2,26%
ARA 37219	2,02%
S23	1,96%
<i>Eucalyptus urophylla</i>	1,90%
EUCA608	1,83%
F8 Copener	1,83%
EUCA105	1,77%
F11 Copener	1,71%
EUCA103	1,53%
VS62	1,41%
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,22%
MA2000	1,22%
A08	1,16%
CO1407	0,92%
VS58	0,73%
A217	0,67%
IPB2	0,67%
KL102	0,67%
EC01	0,61%
MA2001	0,55%

Espécie/Clone	Parcelas (%)
VM02	0,49%
AEC2111	0,43%
CO0321	0,43%
GG157	0,43%
KL103	0,43%
AEC0182	0,37%
4624	0,31%
0 52	0,31%
0 58	0,31%
0 74	0,31%
0 78	0,31%
AG14	0,31%
EUCA433	0,31%
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0,31%
VM58	0,31%
VS50	0,31%
PL3487	0,24%
SUZMA2022	0,24%
VE41	0,24%
AEC2197	0,18%
AEC2233	0,18%
H23	0,18%
VCC865	0,18%
VE38	0,18%
A58	0,12%
AEC0020	0,12%
AEC2034	0,12%
CO1404	0,12%
EC02	0,12%
GG680	0,12%
KL104	0,12%

Espécie/Clone	Parcelas (%)
KL105	0,12%
SUZA1250	0,12%
SUZMA2015	0,12%
A211	0,06%
AEC0043	0,06%
AEC2475	0,06%
CMM58	0,06%
<i>Eucalyptus cloesiana</i>	0,06%
F45	0,06%
VCC975	0,06%
VM05	0,06%

Devido a divisão do Bioma Cerrado em Dendrozonas de Coleta de Dados, a maior parte das parcelas alocadas para o inventário foram nas Dendrozonas de Coleta de Dados 3 e 8 representando respectivamente 15,4% e 42,0% das parcelas em relação ao total geral, Tabela 22. Em relação à menores amostragem estão respectivamente as Dendrozonas de Coleta de Dados 1 e 2 representando 2,7% e 2,1% do total geral de parcelas. Essas áreas com a menor fração de parcelas podem estar relacionadas à menor quantidade de cultivos florestais existentes nesses locais, devido à menor adaptação das espécies às áreas de maior restrição hídrica.

A Dendrozona de Coleta de Dados 8 além de ser o local com mais parcelas amostradas, corrobora com os dados do IBGE, que indica que os maiores cultivos florestais do país estão localizados nessa região. As Dendrozonas de Coleta de Dados 6 e 9 não apresentam amostragem por serem áreas protegidas e portanto,

não podem haver cultivos florestais.

Destaque para as espécies de cedro australiano e teca que possui amostragem em poucas Dendrozonas de Coleta de Dados, indicando que as espécies não possuem tantas áreas com cultivos como também, podem não estar adaptadas à áreas de restrição hídrica ou aos solos muito pobres em nutrientes como no Bioma Cerrado. O pinus também possui dados em uma Dendrozona de Coleta de Dados, entretanto, trata-se de uma espécie amplamente plantada na região sul do Brasil, havendo poucos cultivos no Bioma Cerrado.

O mogno africano apresenta amostragem em diferentes locais do Bioma Cerrado, com amostragens presentes em cinco Dendrozonas de Coleta de Dados. O eucalipto, por se tratar da espécie florestal mais plantada no país apresenta amostragem em todas as Dendrozonas de Coleta de Dados, evidenciando a plasticidade da espécie e de seus clones.

Tabela 22. Distribuição percentual das parcelas dos gêneros/espécies por Dendrozona de Coleta de Dados.

Gênero/ Espécie	Dendrozona de Coleta de Dados									Total Geral
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cedro australiano	**	**	**	**	**	**	**	100,00%	**	100,00%
Eucalipto	3,2%	2,4%	16,7%	16,5%	7,8%	**	15,6%	37,8%	**	100,00%
Mogno africano	**	**	8,9%	5,3%	26,8%	**	30,9%	28,0%	**	100,00%
Pinus	**	**	**	**	**	**	**	100,00%	**	100,00%
Teca	**	**	73,3%	**	**	**	26,7%	**	**	100,00%
<b>Total Geral</b>	<b>2,7%</b>	<b>2,1%</b>	<b>15,4%</b>	<b>14,4%</b>	<b>8,2%</b>	<b>**</b>	<b>15,2%</b>	<b>42,0%</b>	<b>**</b>	<b>100,00%</b>

\*\* Não possui amostragem na Dendrozona de Coleta de Dados. As Dendrozona de Coleta de Dados que não apresentam coleta de dados de nenhuma espécie são a 6 que trata-se de uma área protegida e 9 pois não possui cultivos florestais.

# Descrições das espécies/clones

Espécies/clones mais amostrados dentre os Gêneros Eucalipto e *Corymbia*, Pinus, Cedro australiano, Teca e Mogno africano.

## **AEC 0144 (RNC 21874)**

Clone híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla* desenvolvido pela empresa Aperam Bioenergia LTDA (REIS et al., 2014). Os mantenedores registrados no Ministério da Agricultura são a Aperam Bioenergia LTDA, GOS Florestal LTDA, Minas Verde Mudas Florestais LTDA e Tecnoplant Viveiro de Mudas LTDA (BRASIL, 2020).

As parcelas amostradas do material foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em iLPF distribuídas em cinco Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 4, 5, 7, 8), em sete estados (BA, GO, MG, MS, MT, SP, TO), totalizando 11,35% das parcelas amostradas de eucalipto. É um dos clones de eucalipto mais cultivados no Brasil, considerado um material plástico devido a sua adaptação em diferentes condições edafoclimáticas. Nas prospecções de campo foi possível verificar que o clone apresenta problemas de tombamento em regiões com ocorrência de ventos fortes. Nas Dendrozonas de Coleta de Dados 1 e 2 os parceiros regionais apontaram que o clone não se adaptou a região.

A Figura 15 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do clone AEC 0144.





Figura 15 | Imagens do clone AEC 0144, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

## **AEC 1528 (RNC 27064)**

### **Cultivar Protegida 20090063**

O clone é um híbrido resultante de uma polinização controlada entre *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* desenvolvido pela empresa Aperam Bioenergia LTDA (PALUDZYSZYN FILHO; SANTOS, 2013), no norte do estado de Minas Gerais na região do Vale do Jequitinhonha (APERAM BIOENERGIA, 2019). A Aperam Bioenergia LTDA é a mantenedora registrada no Ministério da Agricultura (BRASIL, 2020).

As parcelas amostradas do material foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em iLPF distribuídas em três Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 4, 8), em quatro estados (BA, GO, MG, MS), totalizando 9,85% das parcelas amostradas de eucalipto. De forma geral, o clone apresentou um bom desenvolvimento diamétrico, entretanto, frequentemente avistou-se no tronco das árvores exudações, conhecida popularmente por “pau-preto”, inviabilizando o uso final da madeira para fins nobres. Nas Dendrozonas de Coleta de Dados 1 e 2 os parceiros regionais apontaram que o clone não se adaptou as condições edafoclimáticas locais.

A Figura 16 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do clone AEC 1528.





Figura 16 | Imagens do clone AEC 1528, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

## **AEC 0224 (RNC 21876)**

O clone de *Eucalyptus urophylla* desenvolvido pela empresa Aperam Bioenergia LTDA (BRASIL, 2020). Os mantenedores registrados no Ministério da Agricultura são a Aperam Bioenergia LTDA, GOS Florestal LTDA, Minas Verde Mudas Florestais LTDA e Tecnoplant Viveiro de Mudas LTDA (BRASIL, 2020).

As parcelas amostradas do material foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em iLPF distribuídas em cinco Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 4, 5, 7, 8), em sete estados (BA, GO, MG, MS, MT, SP, TO), totalizando 8,77% das parcelas amostradas de eucalipto. É considerado um clone plástico amplamente cultivado, embora seja menos tolerante ao déficit hídrico quando comparado ao clone AEC 0144, situação que pôde ser verificada pela equipe técnica.

A Figura 17 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do clone AEC 0244.





Figura 17 | Imagens do clone AEC 0224, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

## GG100 (RNC 21277)

Clone de *Eucalyptus urophylla* desenvolvido pela Empresa Gerdau Aços Longos S.A. (BRASIL, 2020), com cultivos encontrados em diferentes regiões do Brasil, devido a sua plasticidade de adaptação. Os mantenedores registrados no Ministério da Agricultura são a Gerdau Aços Longos S.A., GOS Florestal LTDA, Minas Verde Mudas Florestais LTDA e Tecnoplant Viveiro de Mudas LTDA (BRASIL, 2020).

As parcelas amostradas do material foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em iLPF distribuídas em cinco Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 4, 5, 7, 8), em sete estados (BA, GO, MG, MS, MT, SP, TO), totalizando 7,15% das parcelas amostradas de eucalipto. É considerado um clone plástico amplamente plantado embora, seja menos tolerante ao déficit hídrico quando comparado ao clone AEC 0144, situação que pôde ser verificada pela equipe técnica.

A Figura 18 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do clone GG100.





Figura 18 | Imagens do clone GG100, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.



## **IPB1 (RNC 15533)**

### **Cultivar Protegida 413**

Clone de *Eucalyptus urophylla* desenvolvido pela empresa Internacional Paper do Brasil, que também é a mantenedora registrada no Ministério da Agricultura (BRASIL, 2020). Esse clone é também conhecido como H13 e famoso por ter sido muito cultivado no passado.

As parcelas amostradas do material foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em iLPF distribuídas em três Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 7, 8), em quatro estados (GO, MS, MT, SP), totalizando 7,15% das parcelas amostradas de eucalipto. Foi visto com frequência pela equipe técnica problemas de qualidade do fuste relacionado ao déficit hídrico. Nas Dendrozonas de Coleta de Dados 1 e 2 os parceiros regionais apontaram que o clone não se adaptou as condições edafoclimáticas locais.

A Figura 19 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do clone IPB1.

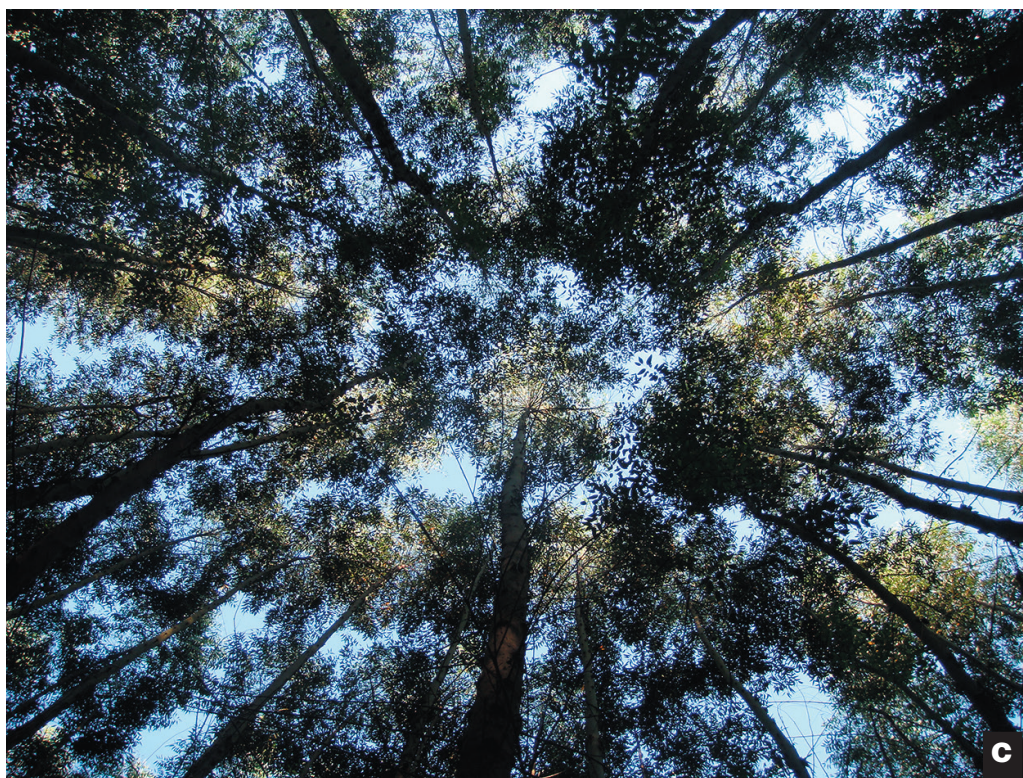


Figura 19 | Imagens do clone IPB1, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

## ***Corymbia citriodora***

*Corymbia citriodora* ocorre naturalmente na zona costeira de Queensland, sendo o seu principal centro em Maryborough na Austrália (FERREIRA et al., 1993). De acordo com Vieira (2004), a espécie é muito utilizada para a extração de óleos essenciais e para usos múltiplos devido a sua alta densidade da madeira, quando comparada à alguns materiais de eucalipto.

As parcelas amostradas da espécie foram encontradas em sistema de monocultivo distribuídas em quatro Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 5, 7, 8), em quatro estados (GO, MG, MT, TO), totalizando 4,68% das parcelas amostradas de eucalipto. Grande parte dos produtores, onde foram amostradas essa espécie, tinham como objetivo a produção de óleo essencial. Durante as amostragens realizadas pela equipe técnica foram vistos poucos casos relacionados a seca de ponteiro, mas é um problema que vem sendo relatado por produtores, em alguns locais.

A Figura 20 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do *Corymbia citriodora*.





Figura 20 | Imagens do *Corymbia citriodora* em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

## CO1277

Clone híbrido entre o *Eucalyptus grandis* com o *Eucalyptus camaldulensis*, desenvolvido pela empresa Copener Florestal (REIS et al., 2014).

As parcelas amostradas do material foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em iLPF distribuídas em quatro Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 5, 7, 8), em cinco estados (GO, MS, MT, SP, TO), totalizando 3,78% das parcelas amostradas de eucalipto. O clone é muito utilizado em sistemas de integração (iLPF) por apresentar copa reduzida, se mostra resistente ao déficit hídrico, entretanto apresenta alta susceptibilidade a *Leptocybe invasa* (vespa-da-galha), que provoca deformações em folhas e brotações prejudicando o crescimento das árvores e muitas vezes causando sua morte (PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, 2013), informações que também foram observadas em campo pela equipe técnica.

A Figura 21 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do clone CO1277.





Figura 21 | Imagens do clone CO1277, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

## VM01 (RNC 20766)

Clone híbrido do cruzamento entre o *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*, o mantenedor registrado no Ministério da Agricultura é a empresa Vallourec Florestal LTDA (BRASIL, 2020).

As parcelas amostradas do material foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em iLPF distribuídas em quatro Den-drozonas de Coleta de Dados (3, 5, 7, 8), em três estados (MS, MT, TO), totalizando 2,76% das parcelas amostradas de eucalipto. Em campo foi visto pela equipe técnica problemas relacionados a qualidade do fuste, tais como bifurcações e tortuosidades, e presença de cupim.

A Figura 22 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do clone VM01.





Figura 22 | Imagens do clone VM01, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

## **AEC 0042 (RNC 21868)**

Clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* desenvolvido pela empresa Aperam Bioenergia LTDA, que também é a mantenedora registrada no Ministério da Agricultura (BRASIL, 2020).

As parcelas amostradas do material foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em iLPF distribuídas em quatro Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 4, 7, 8), em cinco estados (BA, GO, MS, MT, SP), totalizando 2,64% das parcelas amostradas de eucalipto. Em alguns locais da Dendrozona de Coleta de Dados 8 o clone apresentou baixa produtividade. Parceiros regionais relataram que o clone apresenta dificuldade no desenvolvimento do sistema radicular, acredita-se ser esse um dos motivos pelo qual foi observado alto índice de falhas em plantios.

A Figura 23 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do clone AEC 0042.





Figura 23 | Imagens do clone AEC 0042, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

### ***Pinus elliottii* Engel.**

Tem sua ocorrência natural no sul e sudeste dos Estados Unidos (DORMAN; SQUILLACE, 1974 apud SHIMIZU; SEBBENN, 2008). Grande parte dos cultivos da espécie no Brasil são destinadas para a extração de resina, sendo cultivadas principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Em locais de ocorrência do Bioma Cerrado, nessas regiões do país, onde as temperaturas são mais altas, por períodos prolongados favorecendo o maior rendimento na extração de resina (AGUIAR et al., 2014).

As parcelas amostradas da espécie foram em sistema monocultivo com a finalidade de produção de goma-resina, os plantios se concentram na Dendrozona de Coleta de Dados 8, estado de São Paulo, totalizando 53,5% das parcelas amostradas de pinus.

A Figura 24 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do *Pinus elliottii*.





Figura 24 | Imagens do *Pinus elliotii* no estado de São Paulo, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

### *Pinus caribaea* **var.** *hondurensis* x *Pinus elliottii* (HE)

Híbrido resultante do cruzamento entre *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus elliottii*, de origem tropical e subtropical respectivamente, teve seu cultivo no início na década de 80 na Austrália e, nos anos 2000 no Brasil (ALMEIDA, 2011). O híbrido apresenta maior volume quando comparado às populações comerciais de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus elliottii* (AGUIAR et al., 2011).

As parcelas amostradas do híbrido foram no sistema monocultivo, na Dendrozona de Coleta de Dados 8, no sul do estado de São Paulo, totalizando 19,7% das parcelas amostradas de pinus. Onde se concentram cultivos com objetivo de produção de goma-resina, curioso que devido a baixa produção de resina o híbrido deixou de ser plantado no local.

A Figura 25 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* x *Pinus elliottii*.





Figura 25 | Imagens do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* x *Pinus elliottii* no estado de São Paulo, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.



*Pinus caribaeae* **var.** *hondurensis* x  
*Pinus tecunumanii* (HT)

Híbrido resultante do cruzamento entre *Pinus caribaeae* var. *hondurensis* com *Pinus tecunumanii*, ambos de origem tropical, apresenta maior crescimento e densidade quando comparado às espécies parentais (SHIMIZU, 2006).

As parcelas amostradas do híbrido foram no sistema monocultivo, na Dendrozona de Coleta de Dados 8, no sul do estado de São Paulo, totalizando 14,1% das parcelas amostradas de *Pinus*. Onde se concentram cultivos com objetivo de produção de goma-resina, curioso que devido a baixa produção de resina o híbrido deixou de ser plantado no local.

A Figura 26 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do *Pinus caribaeae* var. *hondurensis* x *Pinus tecunumanii*.

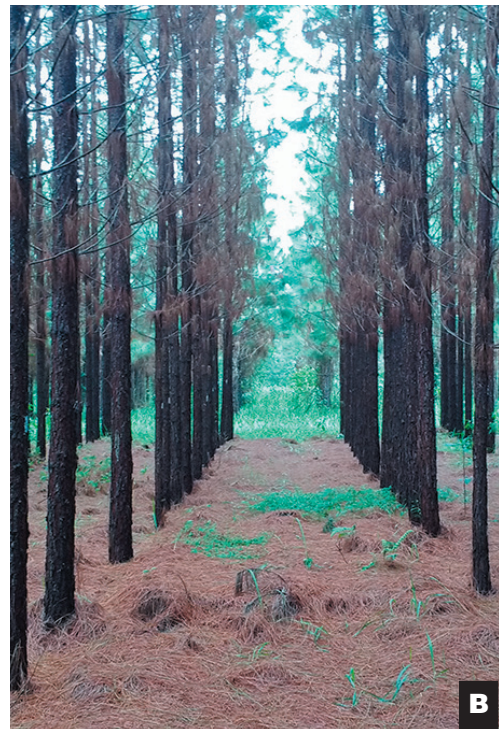


Figura 26 | Imagens do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* x *Pinus tecunumanii* no estado de São Paulo, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

### ***Pinus caribaea* var. *hondurensis***

*Pinus caribaea* var. *hondurensis* ocorre naturalmente na América Central, no Brasil, seu cultivo comercial tem sido recomendado para as regiões Sudeste, Centro-Oeste e até mesmo para algumas áreas das regiões Norte e Nordeste, exceto no Semiárido brasileiro (GOLFARI, 1967 apud SHIMIZU; SEBBENN, 2009; AGUIAR et al., 2014).

Apresenta madeira de densidade moderada podendo também ser utilizado para a exploração de resina (GOLFARI, 1967 apud SHIMIZU; SEBBENN, 2009; AGUIAR et al., 2014; AGUIAR et al., 2014).

As parcelas amostradas da espécie foram no sistema monocultivo, na Dendrozona de Coleta de Dados 8, especificamente na região do triângulo mineiro, totalizando 12,7% das parcelas amostradas de pinus. Os produtores que receberam a equipe técnica do projeto tinham como principal finalidade a produção de madeira serrada.

A Figura 27 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) do *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.





Figura 27 | Apresenta respectivamente (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel do *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

*Toona ciliata* **var. australis** M. Roem.

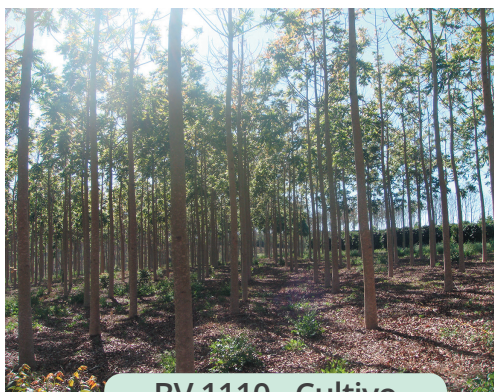
**BV 1110 (RNC 31617 / CP 20180137); BV 1120 (RNC 31618 / CP 20180138); BV 1121 (RNC 31616 / CP 20180139); BV 1210 (RNC 31614 / CP 20180141); BV 1321 (RNC 31613 / CP 20180142)**

*Toona ciliata* (cedro australiano) ocorre naturalmente na Índia, Malásia, Mianmar até o norte da Austrália (SOUZA et al., 2009). Os plantios da espécie no Brasil iniciaram na Zona da Mata de Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo, possui madeira de boa qualidade principalmente para serraria (KALIL FILHO; WENDLING, 2012).

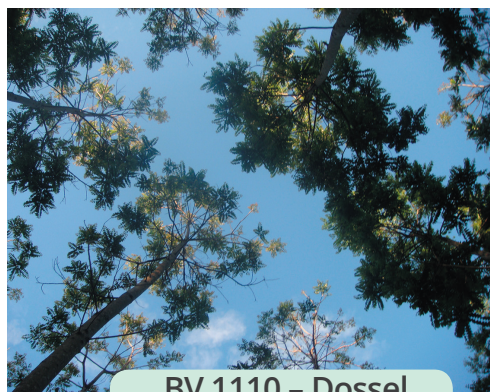
Os clones da espécie foram desenvolvidos pela empresa Bela Vista Gestão Florestal LTDA-ME, que também é a mantenedora registrada no Ministério da Agricultura (BRASIL, 2020). As parcelas amostradas da espécie foram no sistema monocultivo na Dendro-zona de Coleta de Dados 8, no estado de Minas Gerais. A equipe técnica não se deparou com nenhum problema significativo de crescimento ou adaptação.

A Figura 28 apresenta imagens obtidas do cultivo e dossel de cedro australiano.

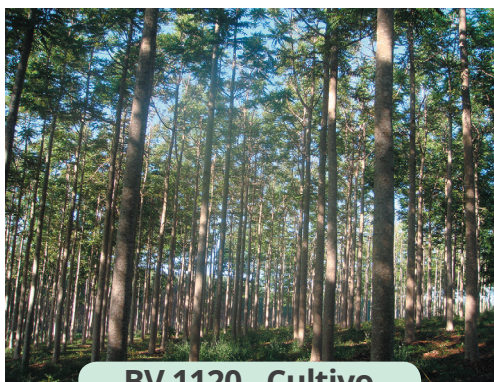




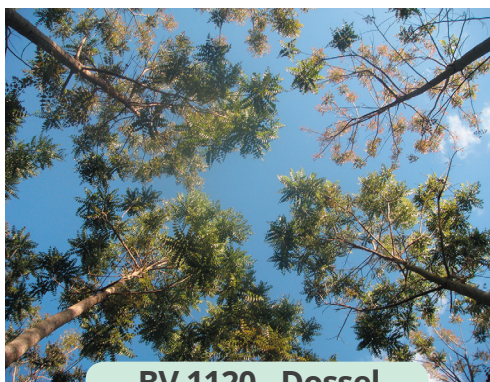
**BV 1110 - Cultivo**



**BV 1110 - Dossel**



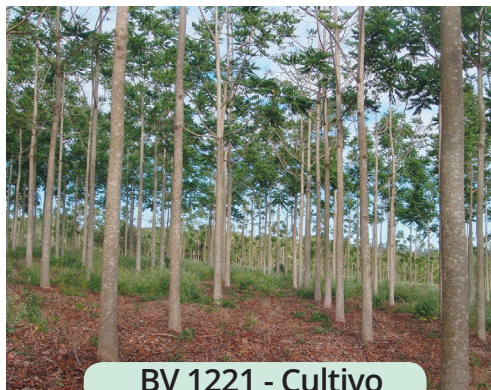
**BV 1120 - Cultivo**



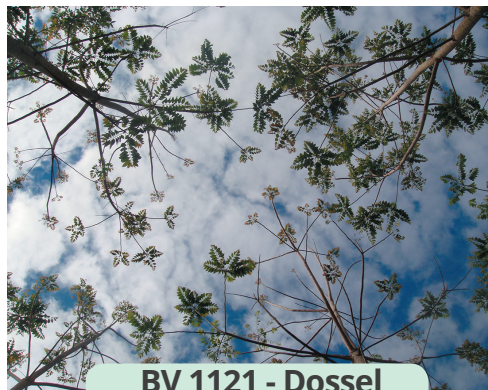
**BV 1120 - Dossel**

Figura 28 | Imagens respectivamente do cultivo e dossel do cedro australiano no Estado de Minas Gerais.

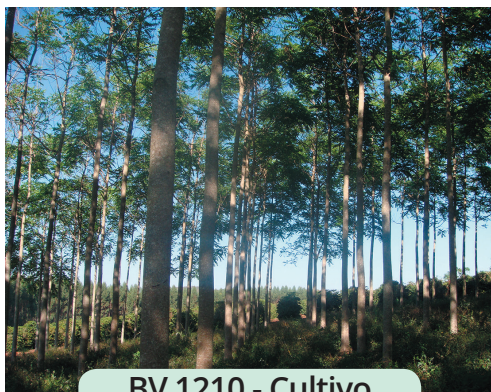
*continuação*



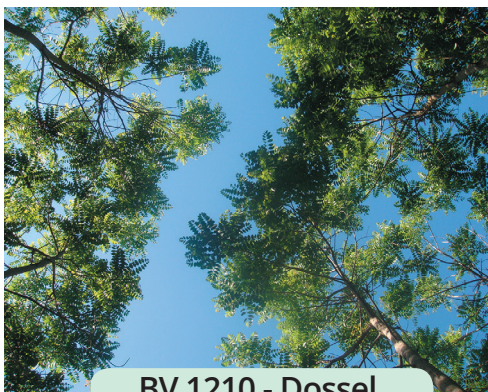
**BV 1221 - Cultivo**



**BV 1121 - Dossel**



**BV 1210 - Cultivo**

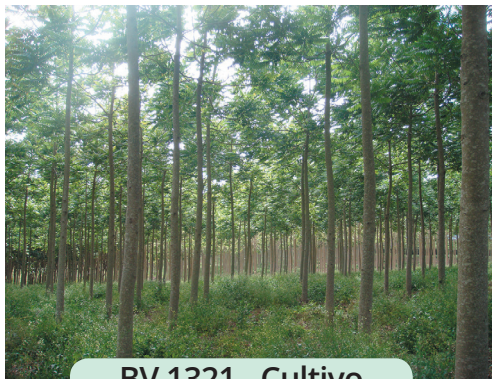


**BV 1210 - Dossel**

Figura 28 | Imagens respectivamente do cultivo e dossel do cedro australiano no Estado de Minas Gerais.



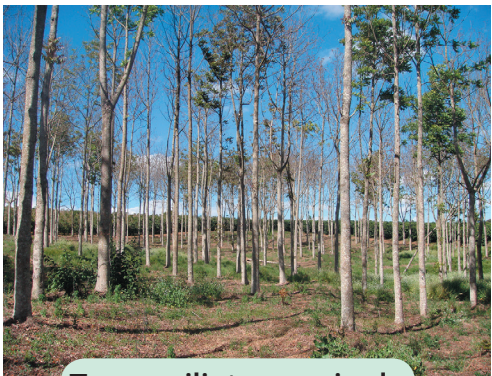
*continuação*



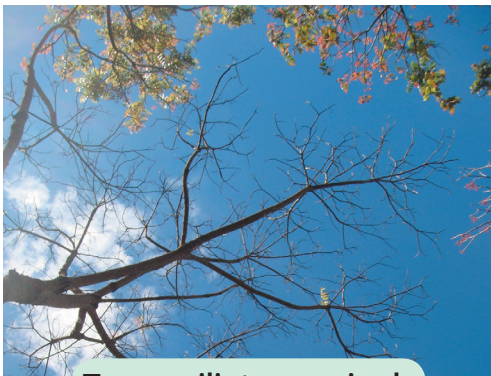
**BV 1321 - Cultivo**



**BV 1321 – Dossel**



**Toona ciliata: seminal -  
Cultivo**



**Toona ciliata: seminal -  
Dossel**

Figura 28 | Imagens respectivamente do cultivo e dossel do cedro australiano no Estado de Minas Gerais.

*Khaya ivorensis*  
**(RNC 24942)**

O *Khaya ivorensis* tem sua origem na costa ocidental do continente africano, da Costa do Marfim, Gana, Togo, Benim, Nigéria e sul de Camarões (FALESI; BAENA, 1999). No Brasil, as primeiras áreas cultivadas com a espécie ocorreram em 1976 na região Norte e segundo Reis et al. (2019), estima-se que no ano de 2018 havia 37 mil hectares plantados do gênero no país.

As parcelas amostradas da espécie foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em ILPF distribuídas em cinco Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 4, 5, 7, 8), em três estados (GO, MG, MT), totalizando 66,1% das parcelas amostradas de mogno africano. Em campo a equipe técnica não encontrou cultivos comerciais com idade superior a sete anos, o que demonstra um interesse comercial recente pela cultura. Verificou-se em campo uma alta incidência de cancro nos cultivos, entretanto, já existem protocolos para tratamento que surtem resultados.

A Figura 29 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) de *Khaya ivorensis*.





Figura 29 | Imagens do *Khaya ivorensis*, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

### ***Khaya senegalensis*** **(RNC 21419)**

O *Khaya senegalensis* tem sua origem na África tropical do oceano Atlântico ao oceano Índico ocorrendo em 19 países (VASCONCELOS, 2016). Segundo Reis et al. (2019), o cultivo da espécie tem se destacado em sítios com solos arenosos e déficit hídrico, e estima-se que no ano de 2018 havia 37 mil hectares plantados do gênero no país.

As parcelas amostradas da espécie foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em iLPF distribuídas em três Dendrozonas de Coleta de Dados (5, 7, 8), em três estados (MG, MT, TO), totalizando 33,9% das parcelas amostradas de mogno africano. Em campo a equipe técnica não encontrou cultivos comerciais com idade superior a cinco anos de idade, o que demonstra um interesse comercial recente pela cultura. Verificou-se a necessidade de realização de poda para a obtenção de madeira livre de nós.

A Figura 30 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) de *Khaya senegalensis*.





Figura 30 | Imagens do *Khaya senegalensis*, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B e C) cultivo.



***Tectona grandis* L.f.**  
**(RNC 06632)**

Espécie popularmente conhecida como Teca, é originária do Leste Asiático ocorrendo em uma ampla variedade de ambientes (TROUP, 1921 apud SCHUHLL; PALUDZYSZYN FILHO, 2010). No Brasil, seu principal uso é para serraria (IPT, 2019). O mantenedor registrado no Ministério da Agricultura é a Pró Sementes Produção e Comércio de Sementes LTDA (BRASIL, 2020).

Para o cultivo de Teca recomenda-se que o solo tenha uma boa fertilidade, seja profundo e de textura média (CACERES FLORESTAL, 2006). As condições de clima, solo e tratamentos silviculturais, contribuíram para que o ciclo de cultivo da Teca na região de Cáceres-MT fosse de 25 anos (TSUKAMOTO et al., 2003), região essa onde a teca foi inicialmente introduzida no Brasil.

As parcelas amostradas da espécie foram encontradas tanto em sistema monocultivo quanto em ILPF distribuídas em duas Dendrozonas de Coleta de Dados (3, 7), em dois estados (GO, MT). A equipe técnica não se deparou com nenhum problema significativo de crescimento ou adaptação em locais com adequadas características físico-químicas do solo.

A Figura 31 apresenta imagens obtidas em campo do tronco (A), cultivo (B) e dossel (C) de *Tectona grandis*.



Figura 31 | Imagens de *Tectona grandis*, em diferentes estados brasileiros no Bioma Cerrado, (A) tronco; (B) cultivo e (C) dossel.

### 4.3. Classificação de aptidão das Espécies/Clones

Todas as espécies/clones amostrados pelo SiFlor Cerrado passaram por uma metodologia de classificação dividida em quatro classes relacionada ao nível de adaptação do material: Inapto, Apto com Ressalvas, Apto e Apto Superior.

**Inapto:** Espécies/clones que se enquadram em uma ou mais das seguintes condições que prejudicam a produtividade madeireira: elevada taxa de mortalidade, presença de pragas, doenças e estresses abióticos provenientes de inaptidão ao clima e solo.

**Aptos com Ressalvas:** Espécies/clones que apresentam potencial produtivo, mas que, em algumas condições, são afetadas negativamente por estresses bióticos e abióticos, podendo ser manejados sem comprometer o cultivo. Por exemplo, a suscetibilidade à quebra por ventos e a

sensibilidade à adubação ou quando a espécie/clone foi amostrada em poucas parcelas.

**Apto:** Espécies/clones indicada para cultivo, por apresentar produtividade madeireira em torno da média da região e não apresentar registros de doenças bióticas e/ou abióticas que comprometam significativamente a produtividade.

**Apto superior:** Espécies/clones que apresentam produtividade acima da média definida para a região, boas condições de homogeneidade e boa qualidade de fuste, não apresentando registros de doenças bióticas e/ou abióticas que comprometam significativamente a produtividade.

Os resultados oriundos dessa classificação estarão disponíveis no segundo volume deste livro.

## Referências Bibliográficas

AGUIAR, A. V.; SOUZA, V. A.; FRITZSONS, E.; PINTO JÚNIOR, J. E. Programa de melhoramento de *pinus* da Embrapa Florestas. Embrapa Florestas. Colombo/PR. 2011. 83p.

AGUIAR, A. V.; SOUSA, V. A.; SHIMIZU, J. Y. Espécies de *pinus* mais plantadas no Brasil. 2014. Disponível em: < [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaold=3715&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicold=3229](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3715&p_r_p_-996514994_topicold=3229)>. Acesso em 29 jun 2018.

ALMEIDA, N. F. de. Avaliação da qualidade da madeira de um híbrido de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para produção de lâminas e manufatura de compensados. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011, 115 p.

APERAM BIONERGIA. Resumo Público do Plano de Manejo Florestal 2019. Disponível em: < <https://aperambioenergia.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Resumo-P%C3%BABlico-do-Plano-de-Manejo-%E2%80%933-ano-2019-%E2%80%93-vers%C3%A3o-13a.pdf>>. Acesso em 04 dez 2019.

ASSMANN, E. The principles of forest yield study. New York: Pergamon Press, 1970, 506 p.

BRASIL. Lei Nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. Brasília, 1997. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9456.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9456.htm)>. Acesso em 25 set 2019.

BRASIL. Lei Nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Brasília, 2003. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2003/L10.711.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.711.htm)>. Acesso em 27 set 2019.

BRASIL. Decreto Nº 5.153, de 23 de julho de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças - SNSM, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5153.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5153.htm)>. Acesso em 27 set 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília: MMA, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Serviço nacional de proteção de cultivares (SNPC). Brasília, 2015. Disponível em < [http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_protegidas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_protegidas.php) >. Acesso em: 11 de dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Cultivares Protegidas. Brasília, 2017. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/cultivares-protegidas>>. Acesso em: 23 de jan. 2020.

CACERES FLORESTAL. Manual do cultivo da Teca. Publicação de janeiro de 2006. Disponível em: < [http://www.caceresflorestal.com.br/Manual\\_do\\_cultivo\\_da\\_teca-Caceres\\_Florestal.pdf](http://www.caceresflorestal.com.br/Manual_do_cultivo_da_teca-Caceres_Florestal.pdf)>. Acesso em 18 dez 2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Pesquisador faz palestra sobre recursos hídricos



na Câmara Legislativa do DF. 2016. Disponível em <<https://www.embrapa.br/web/portal/cerrados/busca-de-noticias/-/noticia/13516964/pesquisador-faz-palestra-sobre-recursos-hidricos-na-camara-legislativa-do-df>>. Acesso em 25 jun. 2018.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Softwares para manejo de precisão e análise econômica. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/softwares-florestais>>. Acesso em 20 jan. 2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. ILPF em números. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/rede-ilpf/ilpf-em-numeros>>. Acesso em 23 set. 2019.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C. Mogno-africano *Khaya ivorensis* A. Chev. Em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, 52 p.

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>>. Acesso em 26 abr. 2018.

FERREIRA, M.; SIMOES, J. W.; SCANAVACA JÚNIOR, L.; SANTOS, P. E. T. Variação entre procedências, raças locais e progênes de *E. citriodora* Hook e suas implicações no melhoramento genético. Série Científica. IPEF/ESALQ, v. 1, 1993, 1-19 p.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S.A.; MIRANDA, R.O.V.; RETSLAFF, F.A.S. Compêndio de equações de volume e de afilamento de espécies florestais plantadas e nativas para as regiões fitogeográficas do Brasil. Curitiba, 2014, 306 p.

HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. Plantio de Eucalipto na Pequena Propriedade Rural. Embrapa Florestas. Curitiba/PR, 2000.

HIJMANS, R.J., CAMERON, S.E., PARRA, J.L., JONES, P.G. JARVIS, A. WorldClim - Global Climate Data. 2005. Disponível em: <<http://www.worldclim.org/>>. Acesso em 26 abr. 2018.

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. Biomas nacionais. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/zoneamento-ambiental>>. Acesso 17 ago. 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base Cartográfica Contínua do Brasil. 2015. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/bases\\_cartograficas\\_continuas/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/)>. Acesso em 26 abr. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da extração vegetal e da silvicultura. 2015. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas>>. Acesso em 30 mar 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da extração vegetal e da silvicultura. 2017. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=774>>. Acesso em 26 mar 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Carta Temática Vetorial 1:250.000 - Pedologia - Unidade De Mapeamento De Solo. 2012. Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>. Acesso em 26 abr. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Vegetação do Brasil. 1992. Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>. Acesso em 26 abr. 2018.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Biodiversidade do Cerrado. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>>. Acesso em 20 dez. 2019.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Teca: Informações sobre madeiras. Disponível em: <[http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=78](http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=78)>. Acesso em 18 dez. 2019.

KALIL FILHO, A. N.; WENDLING, I. Produção de mudas de cedro australiano. Embrapa Florestas. Comunicado Técnico: Colombo/PR. 2012. 5p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretária de Planejamento e Coordenação Geral Projeto. Estudos Integrados do Potencial dos Recursos Naturais de MS. Mapa Potencial Geoambiental. SEPLAN/MS: Campo Grande/MS, 1985.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M. CALDERANO FILHO, B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999, 64 p.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. Escolha de cultivares de eucaliptos em função do ambiente e do uso. EMBRAPA: Circular Técnica. Colombo/PR, 2013, 11 p.

REIS, C. A. F.; SANTOS, P. E. T.; PALUDZYSZYN FILHO, E. Avaliação de clones de eucalipto em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 34, n. 80, 2014. 263-269 p.

REIS, C. A. F.; OLIVEIRA, E. B. de.; SANTOS, A. M. Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. O Cultivo do Mogno Africano (*Khaya* spp.) e o Crescimento da Atividade no Brasil. Floresta e Ambiente. v. 24. 2017. 11 p.

SCHUHLLI, G. S.; PALUDZYSZYN FILHO, E. O cenário da silvicultura de teca e perspectivas para o melhoramento genético. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 30, n. 63, 2010, 217-230 p.

SHIMIZU, J. Y. Pinus na silvicultura brasileira. REMADE: Revista da Madeira, set/2006, ed. 99. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=952&subject=Es](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=952&subject=Es)>. Acesso em 17 dez. 2019.

SHIMIZU, J. Y.; SEBBENN, A. M. Espécies de Pinus na Silvicultura Brasileira. In: Pinus na Silvicultura Brasileira. EMBRAPA Florestas, Colombo/PR, 2008, 223 p.

SNIF - Sistema Nacional de Informações Florestais. Os Biomas e suas Florestas. 2016. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/os-biomas-e-suas-florestas>. Acesso em 11 abr. 2018.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. Journal of Agricultural Research, v.47, n.9, 1933, 719-734 p.

SOUZA, J. C. A. V. de.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; TEIXEIRA, S. L.; BALBINOT, E. propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.33, n.2, 2009, 205-213 p.

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.4, 2003, 487-494 p.

UNEP-WCMC - Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. Protected Planet. Disponível em: <<https://www.unep-wcmc.org/>>. Acesso em 30 jun. 2017.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. World Heritage. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/list/> >. Acesso em 30 maio 2018.

USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Shuttle Radar Topography Mission. 2011. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

VASCONCELOS, R. T. Adubação Fosfatada e Potássica na Implantação de *Khaya senegalensis* A. Juss. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista: Campus de Jaboticabal. Jaboticabal, 2016. 65 p.

VIEIRA, I. G. Estudo de caracteres silviculturais e de produção de óleo essencial de progênie de *Corymbia citriodora* (Hook) K.D.Hill & L.A.S. Johnson procedente de Anhembi SP Brasil EX. Atherton QLD – Austrália. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2004. 100 p.

# ANEXO I

## PLANILHA DE CAMPO



Fazenda:			DATA PLANTIO:			Esp.:		Nº	
Estado:			TALHÃO:			SIST.:			
Município:			MAT. GEN.:			OBS.:			
GPS:			Equipe:			Data:			
Nº arv.	L	DAP (cm)	H (m)	COD.	Nº arv.	L	DAP (cm)	H (m)	COD.
1					38				
2					39				
3					40				
4					41				
5					42				
6					43				
7					44				
8					45				
9					46				
10					47				
11					48				
12					49				
13					50				
14					51				
15					52				
16					53				
17					54				
18					55				
19					56				
20					57				
21					58				
22					59				
23					60				
24					61				
25					62				
26					63				
27					64				
28					65				
29					66				
30					67				
31					68				
32					69				
33					70				
34					71				
35					72				
36					73				
37					74				
0 - Normal			6.1 - Quebrada abaixo do DAP			12.4 - Torta ao longo do fuste			19.4 - Cupim de solo
1 - Falha			6.2 - Quebrada acima do DAP			13 - Dano mecânico			19.5 - Cupim arborícola
2 - Morta			6.3 - Quebrada na copa (ponteiro)			14 - Fissura			19.6 - Lagarta desfolhadora
3.1 - Bifurcada abaixo do DAP			7 - Tombada			15 - Troca de clone			19.7 - Bicho do cesto
3.2 - Bifurcada acima do DAP			8 - Calda			16 - Seca de ponteiro			19.8 - Formiga
3.3 - Bifurcada na copa			9 - Rebrotada			17 - Deficiência nutricional			19.10 - Besouro amarelo
4.1 - Trifurcada abaixo do DAP			10 - Replântio			18.1 - Pau preto			19.11 - Gorgulho do eucalipto
4.2 - Trifurcada acima do DAP			10.1 - Replântio na entrelinha			18.2 - Cancro			20 - Herbivoria
4.3 - Trifurcada copa			11 - Retorcida			18.3 - Outra doença			23 - Menor 1m30cm
5.1 - Polifurcada abaixo do DAP			12.1 - Torta abaixo do DAP			19.1 - Percevejo bronzeado			24 - Desbaste
5.2 - Polifurcada acima do DAP			12.2 - Torta acima do DAP			19.2 - Psilídeo de concha			
5.3 - Polifurcada na copa			12.3 - Torta na copa			19.3 - Vespa da galha			

# ANEXO II

## QUESTIONÁRIO AOS PRODUTORES



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



## PROJETO SiFlor - QUESTIONÁRIO PRODUTOR

Entrevistador: *via e-mail*

Nº do questionário:

### 1. Informações básicas

Nome (Fazenda / Entrevistado / Proprietário): \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Telefone/Celular: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_

Coordenadas GPS: \_\_\_\_\_

Área total da propriedade: \_\_\_\_\_

Área de florestal plantada: \_\_\_\_\_

Fez uso de alguma linha de crédito? Qual? \_\_\_\_\_

Possui seguro florestal? Qual? \_\_\_\_\_

Autoriza coleta de dados em campo? \_\_\_\_\_

### 2. Qual sistema de produção adotado?

( ) Monocultivo      ( ) ILPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta)

### 3. Qual finalidade econômica do plantio?

*Ex. Produzir madeira para serraria*

*Ex. Produzir madeira para lenha*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Quais espécies/clones são plantados? (Preencher a tabela)

Espécie/Clone	Área de plantio	Data plantio (mês/ano)	Histórico da área de plantio (cultura agrícola, florestal, Cerrado)
Exemplo: AEC-144	10 ha	março/2015	Plantação de soja por 6 anos; Clone AEC-224 por 5 anos
Exemplo: Eucalyptus urophylla	20 ha	março/2014	Cerrado

5. Qual espaçamento de plantio adotado? Ao longo dos anos houve diferença entre espaçamentos adotados? Quais motivos para mudança de espaçamento?

Espaçamento	Materiais genéticos	Motivos mudança espaçamento (quando houver)



6. Alguma espécie/clone deixou de ser plantada? Quais os motivos? (Preencher na tabela abaixo, atenção para pragas e doenças)

Espécie/clone	Motivo
Exemplo: Clone XX	Ocorrência de vespa-da-galha
Exemplo: Espécie XX	Falta de procura
Exemplo: Clone XX	Baixa produtividade

7. Como foi o preparo do solo?

- ( ) Aração. Descrever: \_\_\_\_\_
- ( ) Gradagem. Descrever: \_\_\_\_\_
- ( ) Subsolagem. Descrever: Ex. Na linha de plantio, 40 cm de profundidade \_\_\_\_\_
- ( ) Outro. Descrever: \_\_\_\_\_

8. Foi aplicado calcário ou gesso agrícola? Descrever.

Ex. Calcário dolomítico 5t/ha, em área total antes do plantio.

\_\_\_\_\_

9. Como foram as adubações? Preencher a tabela.

10. Como foi feito o controle de plantas daninhas? Preencher a tabela.

11. Como foi feito o controle de formigas? Preencher a tabela.

12. Foram feitas irrigações? Preencher a tabela.

Atividade	Época (s)	Formulação/Quantidade	Forma de aplicação/controle
Adubação base			
Adubação cobertura			
Controle de plantas daninhas			
Controle de formigas			
Irrigação			

13. Qual a porcentagem da mortalidade de mudas? Houve replantio? Preencher tabela.

Espécie/clone	Mortalidade (%)	Replantio (%)

14. Foram realizadas podas (desramas) e/ou desbastes? Preencher tabela.

Poda (desrama)			Desbaste		
Espécie/ clone	Idade	Altura	Espécie/ clone	Idade	Intensidade (% de árvores cortadas)

15. Houve incidência de pragas e doenças? Preencher tabela.

Praga/Doença	Época de ataque	Espécie/clone	Como foi combatida/controlada?

16. Houve incidência de pragas e doenças em propriedades vizinhas? Descrever.

17. Quais os meses de chuva na região?

18. Houve algum período diferente do comum de estiagem ou chuva nos últimos anos?

19. Qual seu nível de satisfação com a produção (florestal, pecuária e agrícola)?

20. O que plantará futuramente? Tem interesse em plantar espécies diferentes das já plantadas? Quais os motivos?

## **ANEXO III**

### **SCRIPT 1: PREDIÇÃO DAS ALTURAS**



### #1. Leitura dos Dados

```
DadosSiFlor<-read.csv("C:/Users/lefs/Documents/0_Siflor_R/DadosSiFlor.csv", sep=";", dec=".", as.is=T)
head(DadosSiFlor)
```

### #2. Gráfico da Relação Hipsométrica (Altura-DAP)

```
plot(DadosSiFlor$dap, DadosSiFlor$altura)
lines(loess.smooth(DadosSiFlor$dap, DadosSiFlor$altura), col="red")
```

### #3. Exclusão de Observações Problemáticas

```
obs.out <- identify(DadosSiFlor$dap,DadosSiFlor$altura,1:dim(DadosSiFlor)[1])obs.out
DadosSiFlor = DadosSiFlor[ -obs.out, ]
plot(DadosSiFlor$dap,DadosSiFlor$altura)lines(loess.smooth(DadosSiFlor$dap,DadosSiFlor$altura),col="red")
plot(log(DadosSiFlor$dap),log(DadosSiFlor$altura))
lines(loess.smooth(log(DadosSiFlor$dap),log(DadosSiFlor$altura)), col="red")
plot(log(DadosSiFlor$dap), DadosSiFlor$altura)
lines(loess.smooth(log(DadosSiFlor$dap),DadosSiFlor$altura), col="red")
```

### # 4. Ajuste e Verificação de Tendências nos Modelos de Relação Hipsométrica

#### ## 4.1. Polinômio 1o. grau

```
poli.1 <- lm( altura ~ dap* factor(id1),data=DadosSiFlor)
plot(poli.1, which=1)
```

#### ## 4.2. Polinômio 2o. grau

```
poli.2 <- lm( altura ~ dap + l(dap^2)* factor(id1), data=DadosSiFlor)
plot(poli.2, which=1)
```

#### ## 4.3. Hiperbólico 3

```
hiper.3 <- lm(l(1/altura)~l(1/dap) +l(1/dap^2)* factor(id1), data=DadosSiFlor)
plot(hiper.3, which=1)
```

#### ## 4.4. Potência 1

```
pote.1<-lm(log(altura)~log(dap)+l(log(dap)^2)* factor(id1),data=DadosSiFlor)
plot(pote.1, which=1)
```

#### ## 4.5. Potência 3

```
pote.3<lm(log(altura)~log(dap/(1+dap))*factor(id1), data=DadosSiFlor)
plot(pote.3, which=1)
```

#### ## 4.6. Exponencial (Schumacher)

```
expo<-lm(log(altura)~l(1/dap)*factor(id1), data=DadosSiFlor)
plot(expo, which=1)
```

#### ## 4.7. Semilogaritmico

```
semi<-lm(altura~log(dap)*factor(id1), data=DadosSiFlor)
plot(semi, which=1)
```

### # 5. Verificação da Qualidade do Ajuste dos Modelos de Relação Hipsométrica

```
summary(poli.1)
summary(poli.2)
summary(hiper.3)
summary(pote.1)
summary(pote.3)
summary(expo)
summary(semi)
```

```

# 6. Comparação Gráfica dos Modelos de Relação Hipsométrica
plot(DadosSiFlor$dap, DadosSiFlor$altura, col="grey40")
curve(2.16492 + 1.91708*x - 0.04327*x^2, 4, 25, col="darkgreen", add=T, lwd=2)
curve(1/(0.03475 + 0.09565/x + 1.44764/x^2), 4, 25, col="orange", add=T, lwd=2)
curve(exp(-0.3461) * x^(2.1035 - 0.3136*log(x)), 4, 25, col="purple", add=T, lwd=2)
curve(exp(3.492) * ( x/(1+x) )^6.887, 4, 25, col="navy", add=T, lwd=2)
curve(exp(3.468) * exp(-6.305/x), 4, 25, col="red", add=T, lwd=2)

# 7. Aplicação do Modelo Relação Hipsométrica
## 7.2. Predição das alturas com o modelo selecionado
DadosSiFlor$h.pred.poli2<-predict(poli.2,DadosSiFlor)
DadosSiFlor$h.pred.hiper3<-1/(predict(hiper.3,DadosSiFlor))
DadosSiFlor$h.pred.pot1<-exp(predict(pote.1,DadosSiFlor))
DadosSiFlor$h.pred.pot3<- exp(predict(pote.3,DadosSiFlor))
DadosSiFlor$h.pred.exp<- exp(predict(expo,DadosSiFlor))
DadosSiFlor$h.pred.semi<-predict(semi,DadosSiFlor)

#Exportar os dados da Altura Predita
write.csv(DadosSiFlor,file="alturapredita_DadosSiFlor.csv")

```

## **ANEXO IV**

### **SCRIPT 2: VOLUME PREDITO**

```

# 1. Leitura dos dados
DadosSiFlor<-read.csv("C:/Users/lefs/Documents/Siflor/alturapredita_DadosSiFlor.csv", sep=";", dec=".",
as.is=T)
head(DadosSiFlor)
is.numeric(DadosSiFlor$dap)
is.numeric(DadosSiFlor$h.pred)

# 2. Volume
DadosSiFlor$volume <- NA
eq20 <- DadosSiFlor$cod_eq == 20
DadosSiFlor$volume[eq20]<-exp(-9,83068813802475+1,64129393895181*log(DadosSiFlor$dap[eq20])+1,17265111360763*log(DadosSiFlor$h.pred[eq20]))
head(DadosSiFlor)

# 2.1 Área Basal
DadosSiFlor$g <- pi/40000 * DadosSiFlor$dap^2

# 3. Agregação por Parcela
## 3.1. Volume
tmp.vol<-aggregate(data.frame(vol=DadosSiFlor$volume),list(id1=DadosSiFlor$id1), sum, na.rm=TRUE)

# 3.2. DAP Médio
tmp.dap.medio<-aggregate(data.frame(mdap=DadosSiFlor$dap),list(id1=DadosSiFlor$id1), mean, na.rm=TRUE)

# 3.3. DAP Desvio Padrão
tmp.dap.devpad<-aggregate( data.frame(sdap=DadosSiFlor$dap),list(id1=DadosSiFlor$id1), sd, na.rm=TRUE)

# 3.4. Altura Média
tmp.ht.media<-aggregate(data.frame(mht=DadosSiFlor$altura),list(id1=DadosSiFlor$id1), mean, na.rm=TRUE)

# 3.5. Número de Árvores com DAP Medido
tmp.narv<-aggregate(data.frame(n.arv=DadosSiFlor$dap), list(id1=DadosSiFlor$id1),function(x)sum(!is.na(x)))

# 3.6. Altura Média das Dominantes
tmp.ht.arv<-subset(DadosSiFlor, subset=altura.dom==1, select=c("id1","altura"))
tmp.hdom<-aggregate(data.frame("altura.dom"=tmp.ht.arv$altura),list("id1"=tmp.ht.arv$id1),mean,na.rm=TRUE)

# 3.7 Número de Árvores Mortas (código==2)
tmp.arv.morta<-subset(DadosSiFlor, subset=(codigo1==2 | codigo2==2 | codigo3==2),select=c("id1","arvore"))
tmp.n.morta<-aggregate(data.frame(n.morta=tmp.arv.morta$arvore), list(id1=tmp.arv.morta$id1), length)

# 3.8 Área Basal
tmp.area.basal<-aggregate(data.frame(area.basal=DadosSiFlor$g), list(id1=DadosSiFlor$id1), sum, na.rm=TRUE)

# 4 Junção das tabelas temporárias

```



```
DadosSiFlor.parcela <- merge(tmp.narv, tmp.vol)
DadosSiFlor.parcela<-merge(DadosSiFlor.parcela, tmp.dap.medio)
DadosSiFlor.parcela<-merge(DadosSiFlor.parcela, tmp.dap.devpad)
DadosSiFlor.parcela<-merge(DadosSiFlor.parcela, tmp.ht.media)
```

```
DadosSiFlor.parcela<-merge(DadosSiFlor.parcela, tmp.area.basal)
DadosSiFlor.parcela<-merge(DadosSiFlor.parcela, tmp.hdom, all.x=TRUE)
DadosSiFlor.parcela<-merge(DadosSiFlor.parcela, tmp.n.morta, all.x=TRUE)
DadosSiFlor.parcela$n.morta[is.na(DadosSiFlor.parcela$n.morta) ] <-0rm(tmp.vol, tmp.dap.medio, tmp.dap.devpad, tmp.ht.media)
```

# 5. Importa Área da Parcela

```
DadosSiFlor.areapar<-read.csv2("C:/Users/lefs/Documents/Siflor/base_parcelas_DadosSiFlor.csv", sep=";",
dec=".", as.is=T)
DadosSiFlor.parcela<-merge(DadosSiFlor.areapar[ ,c("id1","area.parcela")], DadosSiFlor.parcela)
DadosSiFlor.parcela<-merge(DadosSiFlor.areapar[ , c("id1","idade_meses")], DadosSiFlor.parcela)
```

# 6. Cálculo de variáveis por Hectare

```
DadosSiFlor.parcela$vol.ha<-DadosSiFlor.parcela$vol*10000/ DadosSiFlor.parcela$area.parcela
DadosSiFlor.parcela$n.arv.ha<- DadosSiFlor.parcela$n.arv*10000/ DadosSiFlor.parcela$area.parcela
DadosSiFlor.parcela$area.basal.ha<- DadosSiFlor.parcela$area.basal*10000/ DadosSiFlor.parcela$area.parcela
```

# Exporta os dados

```
write.csv(DadosSiFlor,file="DadosSiFlor_volume_arv.csv")
write.csv(DadosSiFlor.parcela,file="DadosSiFlor_volume_parcela.csv")
```

## **ANEXO V**

### **SCRIPT 3: ÍNDICE DE SÍTIO**

```

DadosSiFlor <- read.csv("C:/Users/lefs/Documents/Siflor/DadosSiFlor.csv", sep=";", dec=".", as.is=T)
head(DadosSiFlor)
dim(DadosSiFlor)

# Gráficos Exploratórios e Exclusão de Observações
scatter.smooth(DadosSiFlor$idade.anos, DadosSiFlor$mhdom, span=0.99, lpars=list(col="red",lwd=2))

# Ajuste do Modelo SCHUMACHER
## Ajuste do Modelo Schumacher
modelo.sitio = lm( log(mhdom) ~ l(1/idade.anos), data=DadosSiFlor)
summary(modelo.sitio)

## Gráficos Diagnósticos na Escala Log
plot(modelo.sitio, which=1) # Dispersão do resíduo
plot(modelo.sitio, which=2) # Normalidade dos resíduos
plot(modelo.sitio, which=3) # Homogeneidade de variância

## Gráfico Diagnóstico na Escala Original: Interpretar o Eixo-Y em metros
### Função para construir o gráfico
plot.resid.logmod <- function(modlog, ...)
{
  yhat <- exp(fitted(modlog))
  y <- exp(fitted(modlog)+residuals(modlog))
  scatter.smooth(yhat, y-yhat, lpars=list(col="red",lwd=2), ...)
  abline(h=0, lty=9)
}

### Diagnóstico
plot.resid.logmod(modelo.sitio)

# Avaliação Gráfica na Escala Original
## Função para desenhar a curva da MHdom em função da Idade segundo o Modelo de Schumacher
# parms são os coeficientes do modelo Schumacher: parms=coef(modelo.sitio)
schumacher.fun <- function(x, parms) exp(parms[1] + parms[2]/x)

## Gráfico da CURVA GUIA
scatter.smooth( DadosSiFlor$idade.anos, DadosSiFlor$mhdom, lpars=list(col="red",lwd=2))
curve(schumacher.fun(x, coef(modelo.sitio)), col="blue", lwd=2, add=TRUE)

# Curvas de Sítio: Comparar o CONJUNTO DAS CURVAS com os DADOS
## Função para desenhar a curva em função do SITIO e IDADE BASE (Modelo Schumacher)
# parms são os coeficientes do modelo Schumacher: parms=coef(modelo.sitio)

```

```

schumacher.curva.sitio <- function(x, sitio, ibase, parms)
  sitio * exp(parms[2]*(1/x - 1/ibase))

## Função para desenhar o CONJUNTO DE CURVAS de ÍNDICE DE SÍTIO
# dados = table de dados das parcelas (variáveis "mhdom" e "idade.anos")
# XLIM = argumento "xlim" limites no Eixo-X
# YLIM = argumento "ylim" limites no Eixo-Y
# IBASE = a idade base
# SITIOS = vetor com os valores "padrão de sitio"
graf.curvas.sitio.schumacher <- function(XLIM = c(0,16),
                                         YLIM = c(0,25),
                                         IBASE,
                                         SITIOS,
                                         dados=DadosSiFlor,
                                         mod=modelo.sitio,
                                         add = FALSE,
                                         ...
                                         )
{
  if( add )
  {
    for(i in 1:length(SITIOS))
    {
      curve(schumacher.curva.sitio(x, sitio=SITIOS[i],
                                   ibase=IBASE, coef(mod)), add=T, ...)
    }
  }
  else
  {
    plot( mhdom ~ idade.anos, data=dados,
          xlab="Idade (anos)", ylab="", las = 1, type="n", cex.axis=1.4, cex.lab=1.6,
          xlim=XLIM, ylim=YLIM, ...
        )
    mtext("Altura Média das Árvores Dominantes (m)", 2, 2.5, cex=1.6)
    abline(v=seq(XLIM[1],XLIM[2],by=1), col="grey70")
    abline(h=seq(YLIM[1],YLIM[2],by=1), col="grey70")
    points( mhdom ~ idade.anos, data=dados, col="grey40", cex=1.5)
    abline(v=IBASE, lty=2, lwd=2)
    for(i in 1:length(SITIOS))
    {
      curve(schumacher.curva.sitio(x, sitio=SITIOS[i],
                                   ibase=IBASE, coef(mod)), add=T, col="red")
    }
    title(main="Modelo de Schumacher",cex.main=2)
  }
}

## Definição dos parâmetros do gráfico das Curvas de Sítio para o eucalipto
xlim.eucalipto <- c(0, 20)
ylim.eucalipto <- c(0,25)
ibase.eucalipto <- 5
sitios.eucalipto <- seq(11,21,by=2)

## Gráfico das Curvas de Sítio para o Eucalipto
graf.curvas.sitio.schumacher(xlim.eucalipto, ylim.eucalipto, ibase.eucalipto, sitios.eucalipto)

```



```

# Predição do Índice de Sítio (Modelo de Schumacher)
## Função de Predição do Índice de Sítio
# idade = idade da parcela ("idade.anos")
# mhdom = altura das dominantes da parcela ("mhdom")
# ibase = idade base do índice de sítio
# modelo = modelo de Schumacher ajustado aos dados
# ROUND = arredondar para número inteiro (altura em metros)
schumacher.indice.sitio <- function(idade, mhdom, ibase, modelo=modelo.sitio, ROUND=TRUE)
{
  parms <- coef(modelo)
  sitio <- mhdom * exp(parms[2]*(1/ibase - 1/idade))
  if( ROUND )
    sitio <- round(sitio,0)
  return(sitio)
}

## Predição do Índice de Sítio
DadosSiFlor$indice.sitio <- schumacher.indice.sitio(DadosSiFlor$idade.anos, DadosSiFlor$mhdom, ibase=ibase.eucalipto)
head(DadosSiFlor)

## Mostrando no gráfico das Curvas de Sítio como CADA PARCELA SE POSICIONA
graf.curvas.sitio.schumacher(xlim.eucalipto, ylim.eucalipto, ibase.eucalipto, sitios.eucalipto)
for(i in 1:17)
  arrows(DadosSiFlor$idade.anos[i], DadosSiFlor$mhdom[i], ibase.eucalipto, DadosSiFlor$indice.sitio[i],
    angle=15, col="darkgreen")

# Eucalipto: Influência da remoção da observação MAIS VELHA: Comparação Gráfica das Curvas
## Eliminando observações interativamente
scatter.smooth(DadosSiFlor$idade.anos, DadosSiFlor$mhdom, span=0.99, lpars=list(col="red",lwd=2))
out <- identify(DadosSiFlor$idade.anos, DadosSiFlor$mhdom, rownames(DadosSiFlor))
## MODO INTERATIVO: clicar no gráfico na posição das observações a serem eliminadas

DadosSiFlor2 <- DadosSiFlor[-out, ]

```

```

scatter.smooth(DadosSiFlor2$idade.anos, DadosSiFlor2$mhdom, lpars=list(col="red",lwd=2))

## Ajustando o modelo novamente e predizendo o Índice de Sítio
modelo.sitio2 = lm( log(mhdom) ~ I(1/idade.anos), data=parsitio2)
indice.eucalipto <- schumacher.indice.sitio(DadosSiFlor$idade.anos, DadosSiFlor$mhdom, ibase=ibase.
cedro,

                                modelo= modelo.sitio2)

## Construindo o gráfico ORIGINAL
graf.curvas.sitio.schumacher(xlim.eucalipto, ylim.eucalipto, ibase.eucalipto, sitios.eucalipto )
                                add=TRUE, col="blue")

## Adicionando as curvas com a EXCLUSÃO DA OBSERVAÇÃO
graf.curvas.sitio.schumacher(xlim.teca, ylim.teca, ibase.teca, sitios.teca,
                                mod=modelo.sitio2, add=TRUE, col="blue", lty=2)

# Exportando os Dados com ÍNDICE DE SÍTIO
write.csv2(DadosSiFlor, "eucalipto_indice_de_sitio.csv")

```

## **ANEXO VI**

### **SCRIPT 4: MODELOS DE PRODUÇÃO**

```

# Leitura dos Dados
pardata <- read.csv2("DadosSiflor_sitio.csv",as.is=TRUE)
pardata$idade.corte <- 7

head(DadosSiflor)
dim(DadosSiflor)

# Equação de Produção com g.idade.corte
head(DadosSiflor)
eqprod <- lm( log(vol.ha) ~ indice.sitio + log(area.basal.ha) + I(1/idade.anos), DadosSiflor)
plot(eqprod)
summary(eqprod)

# Modelo de Área Basal
## Gráficos Exploratórios
scatter.smooth(DadosSiflor$idade.anos, DadosSiflor$area.basal.ha, lpars=list(col="red",lwd=2))
scatter.smooth(1/DadosSiflor$idade.anos, log(DadosSiflor$area.basal.ha), lpars=list(col="red",lwd=2))
abline(coef(lm( log(area.basal.ha) ~ I(1/idade.anos), data=DadosSiflor)), col="blue",lwd=2)

## Ajuste
modelo.area.basal <- lm( log(area.basal.ha) ~ I(1/idade.anos), data=DadosSiflor)
plot(modelo.area.basal)
summary(modelo.area.basal)

## Observações Outlier
obs.outlier <- c()

summary(modelo.area.basal)
summary( lm( log(area.basal.ha) ~ I(1/idade.anos), data=DadosSiflor))

scatter.smooth(DadosSiflor$idade.anos, DadosSiflor$area.basal.ha, lpars=list(col="red",lwd=2))
tmp <- DadosSiflor[ obs.outlier, ]
points(tmp$idade.anos, tmp$area.basal.ha, col="red", pch=16, cex=1.8)

scatter.smooth(1/DadosSiflor$idade.anos, log(DadosSiflor$area.basal.ha), lpars=list(col="red",lwd=2))
points(1/tmp$idade.anos, log(tmp$area.basal.ha), col="red", pch=16, cex=1.8)
abline(coef(lm( log(area.basal.ha) ~ I(1/idade.anos), data=DadosSiflor)), col="blue",lwd=2)
abline(coef(lm( log(area.basal.ha)~I(1/idade.anos), data=DadosSiflor)),col="green",lwd=2)

## Reajuste o Modelo
modelo.area.basal <- lm( log(area.basal.ha) ~ I(1/idade.anos), data=DadosSiflor)
plot(modelo.area.basal)
summary(modelo.area.basal)

```

```

## Gráfico da Curva de Área Basal
betas <- coef(modelo.area.basal)
ymax <- exp(predict(modelo.area.basal, data.frame(idade.anos=unique(DadosSiflor$idade.corte))))
plot(DadosSiflor$idade.anos, DadosSiflor$area.basal.ha, lpars=list(col="red",lwd=2),
      ylim=c(0,ymax), xlim=c(0,unique(DadosSiflor$idade.corte)))
warnings()
curve(exp(betas[1] +betas[2]/x),0,unique(DadosSiflor$idade.corte), add=TRUE, col="blue",lwd=2)

## Predição da Área Basal em Idade de Corte
DadosSiflor$g.idade.corte <- exp(predict(modelo.area.basal, data.frame(idade.anos=unique(DadosSiflor$idade.corte))))
head(DadosSiflor)

# Predição da Produção
pardata$vol.pred.gfixa <- exp(predict(eqprod, data.frame(indice.sitio=DadosSiflor$indice.sitio,
                                                         area.basal.ha = DadosSiflor$g.idade.corte,
                                                         idade.anos = unique(DadosSiflor$idade.corte))))
DadosSiflor$ima.idade.corte <- DadosSiflor$vol.pred.gfixa / unique(DadosSiflor$idade.corte)
head(DadosSiflor)

# Avaliação Gráfica das Estimativas de IMA
scatter.smooth(pardata$idade.anos, DadosSiflor$ima.idade.corte, lpars=list(col="red"))

scatter.smooth(DadosSiflor$indice.sitio, DadosSiflor$ima.idade.corte, lpars=list(col="red"))

scatter.smooth(DadosSiflor$area.basal.ha, DadosSiflor$ima.idade.corte, lpars=list(col="red"))

# Exportando os Dados Produção
write.csv2(DadosSiflor, "Dados Siflor_IMA.csv")

```



## **ANEXO VII**

### **SCRIPT 5: DADOS QUALITATIVOS**

```

#Importação dos dados Qualitativos
DadosSiFlor.qual<- read.csv2("C:/Users/lefs/Documents/Siflor/base_qualitativo_DadosSiFlor.csv", sep=";",
dec=".", as.is=T)

#Agrega atributos qualitativos por parcela
qual.n <- aggregate(data.frame(n=DadosSiFlor.qual$id1), list(id1=DadosSiFlor.qual$id1), length)
qual.attrib <- aggregate(DadosSiFlor.qual[-1], list(id1=DadosSiFlor.qual$id1), sum, na.rm=TRUE)
DadosSiFlor.parcela.qual <- merge(qual.n, qual.attrib)
DadosSiFlor.parcela.qual.percent <- DadosSiFlor.parcela.qual
DadosSiFlor.parcela.qual.percent[, -(1:2)] <- DadosSiFlor.parcela.qual[,-(1:2)] / DadosSiFlor.parcela.qual[,2] *
100

# Exportando os Dados
write.csv(DadosSiFlor.parcela.qual.percent, file= "DadosSiFlor_qualitativo_parcela.csv")

```